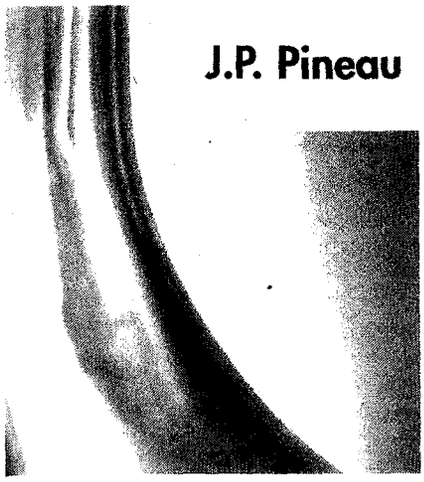


J.P. Pineau

INERIS - Parc technologique Alata - BP 2
60550 Verneuil-en-Halatte
Tél. 03 44 55 65 14 - Fax 03 44 55 66 55

Analyse de risques d'installations industrielles

Les risques industriels considérés sont ceux entraînés par un événement tel qu'un rejet, un incendie, une explosion impliquant des produits, lors d'un fonctionnement mal contrôlé d'un process industriel ou par suite d'une agression externe. Un dommage immédiat ou différé peut apparaître pour l'homme, l'environnement ou le matériel. Le rejet peut être chronique ou accidentel. C'est l'aspect accidentel qui sera examiné ici.

Pour tenter de mieux comprendre les conséquences dommageables et améliorer la situation, une approche globale s'impose. Elle peut suivre par exemple le schéma de la **figure 1**.

Connaissance de l'installation
Domaine de fonctionnement sûr, rôle des défaillances, causes d'agression

Identification des dangers - Scénarios accidentels
Estimation du risque potentiel, probabilité, gravité

Comparaison du risque potentiel et du risque acceptable
En fonction de la politique de sécurité

Réduction du risque
Evaluation et choix des mesures de sécurité

Figure 1 : Étape de l'analyse de risques

Dans la connaissance d'une installation industrielle (ou d'une unité de celle-ci) et de ses conditions d'utilisation, il faut déterminer l'usage conforme à sa destination pour prévoir les déviations possibles par rapport à un domaine de fonctionnement sûr (c'est une analyse qui doit être menée par l'utilisateur en liaison avec le constructeur); il est aussi indispensable d'envisager les événements déclenchant tels que les défaillances des matériels et diverses causes externes d'agression (foudre, séisme, inondation...). Des situations dangereuses peuvent alors apparaître et conduire à des phénomènes potentiellement dangereux, compte tenu des produits et substances présents (scénarios accidentels).

Dans l'étape d'identification, un travail de recensement des divers scénarios accidentels, aussi exhaustif que possible, est à mener. L'utilisation de méthodes arborescentes permet de mettre en évidence la complexité de l'enchaînement des événements conduisant à l'accident.

La gravité des effets peut être estimée par expérimentation sur les produits et/ou par modélisation des phénomènes physiques qui se produisent; le retour d'expérience sur les accidents permet aussi de se faire une première idée du risque dans l'installation donnée sur l'aspect gravité ainsi que sur l'aspect probabilité. Pour estimer la probabilité d'occurrence, on peut se reporter à des études de fiabilité prévisionnelles d'équipements divers ou de causes diverses d'agression (cartes des aléas sismiques, des indices kérauniques...). C'est bien sûr de très loin l'étape la plus délicate, car si on peut caractériser assez facilement les effets, il est beaucoup plus difficile de déterminer les probabilités d'occurrence ; ces dernières sont liées à la fiabilité des divers composants de l'installation, mais aussi

Mesucora'96, Paris, 3 décembre 1996, p. 3-10

au comportement des opérateurs qui sont souvent capables de récupérer des situations potentiellement génératrices de risque. A la fin de cette étape, le risque potentiel aura été qualifié en tenant compte des seuils d'effets toxiques, thermiques et de pression dûs à l'explosion.

Enfin, les mesures de sécurité qui permettent de réduire le risque à un niveau retenu en fonction d'exigences de sécurité (politique de sécurité) sont à choisir. Il faut connaître les dispositifs techniques et les dispositions (modes opératoires, systèmes de gestion de la sécurité) applicables dans une industrie donnée et pour une installation donnée. La normalisation et la réglementation donnent parfois une description précise de ces mesures. Mais, il reste aussi bien souvent nécessaire de vérifier l'efficacité et la fiabilité des dispositifs techniques par expérimentation ou par contrôle.

Malgré cette analyse des risques, l'accident reste une possibilité et un plan d'intervention en situation d'urgence doit toujours être prévu et indiquer les moyens utilisables.

Trois moyens pour étudier les phénomènes accidentels seront successivement abordés dans cet exposé: l'expérimentation, la modélisation et le retour d'expérience. Comme ces phénomènes accidentels mettent souvent en jeu des substances dangereuses, il faudra d'abord procéder à leur classification après réalisation d'essais normalisés (par exemple celles de la Directive 92/69/CEE qui ont pour la plupart été reprises dans la législation française). L'exposé décrira aussi quelques moyens de réduction du risque par des mesures de sécurité relevant de la prévention pour éviter l'occurrence et de la protection pour atténuer les effets.

1. Apport de l'expérimentation sur les phénomènes, leur prévention, la protection contre les effets

De longue date l'expérimentation a été menée à l'échelle du laboratoire pour tenter de reproduire les phénomènes accidentels. On peut ainsi classer des produits dans des catégories telles que toxiques, corrosifs, inflammables, explosifs. Des réglementations diverses décrivent des méthodes normalisées pour avoir un tel classement. Mais, dans une situation industrielle particulière, ces méthodes ne permettent généralement pas de répondre à une caractérisation précise des phénomènes mis en jeu et de leurs effets. C'est pourquoi, il est souvent judicieux de réaliser des expérimentations dans des conditions aussi proches que possible du cas industriel considéré. Pour préparer ces expériences, un plan d'essais est indispensable. Il permet, après une modélisation du phénomène considéré de repérer les paramètres jouant a priori un rôle important et de limiter au maximum l'expérimentation. Les résultats de l'expérimentation peuvent à leur tour remettre en cause la validité des hypothèses prises dans le modèle ou permettre de préciser les valeurs de paramètres ou les limites d'utilisation des modèles.

Les exemples suivants illustrent des applications récentes.

Dans le cas de **gaz inflammables**, initialement dans un réservoir sous pression, une fuite peut se produire accidentellement. Le jet de gaz inflammable obtenu va se mélanger avec l'air et conduire à la formation d'une atmosphère explosive de dimensions plus ou moins importantes selon les caractéristiques du jet et la nature du gaz. Pour connaître le volume de l'atmosphère explosive formée – **figure 2** – et, en cas d'inflammation, les effets de l'explosion, une étude a été menée avec différents par-

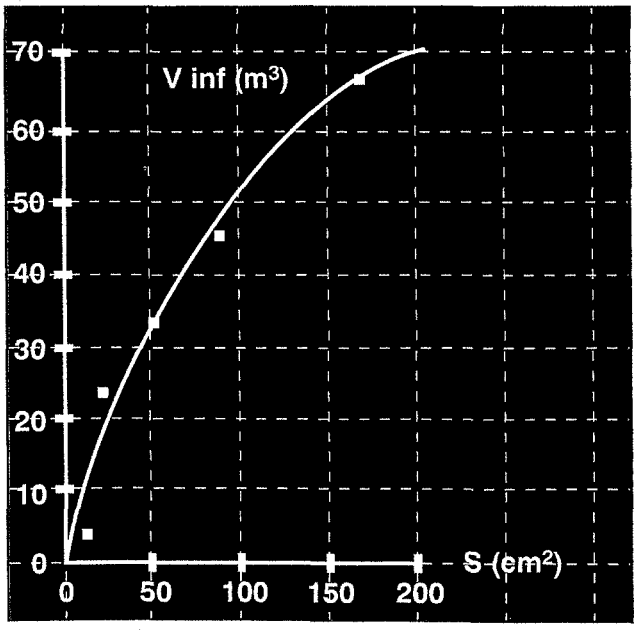


Figure 2 :Variation de volume de mélange air-méthane inflammable Vinf, formé au cours de la décharge, en fonction de la section de l'orifice de décharge.

tenaires européens ; cependant pour ce qui concerne la caractérisation des effets de l'explosion, le rôle du champ de turbulence s'est montré au moins aussi important que celui du champ de concentration et des expérimentations se poursuivent pour mesurer le champ de vitesse.

Un autre exemple est celui de l'estimation des risques liés à l'**utilisation de l'hydrogène liquide**. Lors de fuite, un nuage plus lourd que l'air est d'abord formé, il se réchauffe ensuite et se disperse alors rapidement dans l'air. Des explosions sont possibles dans ces diverses phases. Les expérimentations ont été jusqu'à présent peu développées pour caractériser toutes les phases décrites ci-dessus.

Compte tenu des divers paramètres identifiés comme pouvant jouer un rôle important (débit, vitesse de vent, position de la source d'inflammation, présence d'obstacles, rugosité du sol) un plan d'expérience a été défini. Au cours de ces essais, pour ce qui concerne la formation du nuage, il est indispensable de mesurer le niveau de turbulence, la répartition des vapeurs d'hydrogène dans le nuage et la densité. Pour la mesure des conséquences de l'inflammation, il faut mesurer le champ de surpression, les flux thermiques induits et la vitesse du front de flamme.

Les résultats obtenus doivent pouvoir être interprétés et extrapolés aux situations réelles. Il est nécessaire de recourir à des codes de calcul pour lesquels les modèles de formation du nuage et de combustion turbulente soient satisfaisants.

Des travaux sont aussi en cours pour mieux apprécier les conditions de **dispersion atmosphérique de l'ammoniac**, les moyens de détecter les nuages formés et les mesures de protection. Dans ce cas, on s'intéressera aux configurations industrielles existantes en retenant des scénarios de fuite en configuration de jet libre ou de jet impactant. On s'intéressera à la validation des modèles existants compte tenu de la possibilité de jets diphasiques, de la formation de nappe, de l'évaporation. Là encore, un plan d'expérience a été établi. Il sera nécessaire de mesurer diverses caractéristiques du débit d'ammoniac, la concentration en ammoniac en différents points, la température dans le champ proche. Pour réaliser la mesure de concentration, une étude préalable a été menée pour évaluer les performances et la fiabilité des capteurs disponibles sur le marché.

2. Apport de la modélisation des phénomènes, leur prévention, la protection contre les effets

Les conditions de déroulement des phénomènes accidentels peuvent être largement différentes de celles étudiées dans des cas simples : les caractéristiques des produits de départ peuvent être mal connues, les configurations géométriques peuvent être complexes, la décomposition de produits peut conduire à des produits aux propriétés mal connues.

Au total, la modélisation physique ou numérique des scénarios accidentels est non seulement très utile pour simuler à moindre coût les phénomènes mis en jeu et leurs impacts en analysant l'influence de divers paramètres, mais elle l'est aussi pour préparer les plans d'expérience et éviter de réaliser inutilement des expérimentations coûteuses.

Quelques exemples d'études menées récemment et leurs limites sont développées ci dessous.

Dans le cas du **boilover**, une approche du phénomène par modélisation menée conjointement entre Total, l'INERIS et EdF-CLI a permis de définir, en fonction de la taille des bacs, quelle était la masse pouvant être mise en jeu dans un tel accident et à mieux prévoir les effets thermiques qui, dans ce cas, correspondent aux effets majorants. La possibilité du phénomène est aussi liée aux caractéristiques des produits mis en jeu et à la possibilité de changement de composition au cours du temps. Au total, il a été possible de mieux comprendre l'enchaînement des événements conduisant à l'événement redouté (le boilover) à partir de l'incendie (événement initiateur) d'un bac de diverses coupes d'hydrocarbures. Diverses étapes intermédiaires sont nécessaires impliquant notamment le transfert d'une onde de chaleur dans le liquide conduisant à une évaporation de ses fractions les plus volatiles. C'est au moment où le front de chaleur porte à l'ébullition l'eau présente au fond du bac que se produit un phénomène d'éjection du liquide inflammable ; les vapeurs provenant du liquide mélangées avec

l'air conduisent, après inflammation, à une boule de feu.

Dans le cas des **explosions aériennes** à la suite de fuites de gaz ou d'aérosols, les effets de pression peuvent être très variés selon l'importance du nuage inflammable formé, mais aussi de l'encombrement du milieu où le nuage se trouve. Un développement conjoint avec le TNO (Prins Maurits Laboratorium) d'un modèle tenant compte de l'aspect combustion, mais aussi de l'encombrement du milieu (code REAGAS) a permis de rendre compte d'effets de l'explosion dans quelques configurations industrielles. C'est ainsi qu'il a été possible d'expliquer des effets particulièrement violents d'explosion de gaz dans une rangée de camions relativement rapprochés les uns des autres.

Dans le cas de stockages de quantités importantes de **produits solides**, la nature et l'importance des fumées (polluants) produites au cours d'un incendie et s'échappant à l'air libre doivent être évaluées. Pour ce faire, une méthode a été mise au point en fonction des produits stockés. Il faut successivement évaluer le potentiel calorifique des produits, caractériser le déroulement de l'incendie et ses caractéristiques géométriques, thermiques, thermocinétiques. On obtient un ensemble de données sur la composition et les débits des polluants **(tableau 1 pour deux types de cellules de stockage)**, la vitesse et la température des gaz émis qui, introduites dans un logiciel de dispersion, permettent de prévoir l'impact toxique des fumées produites. Avec une telle approche, on définira des effets majorants.

Il est parfois indispensable d'être plus proche de la réalité ; ceci peut être obtenu en expérimentant, par exemple dans une galerie d'incendie - **voir figure 3** -, sur divers feux pour retenir des vitesses de combustion adaptées compte tenu de la nature précise du produit et de ses conditions de stockage. Il est aussi indispensable de caractériser la nature exacte des fumées d'incendie produites ainsi que cela a pu être fait dans le programme européen Mistral 2.

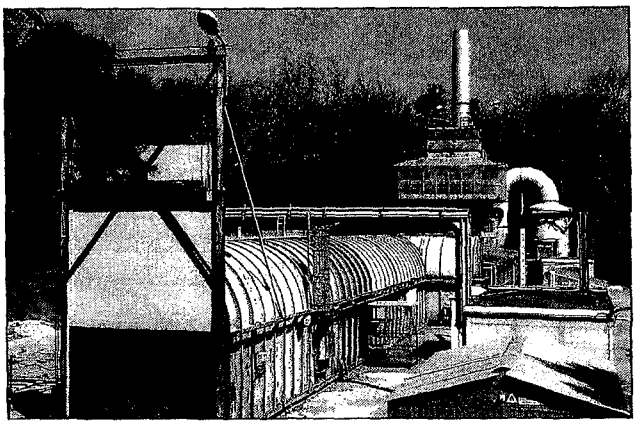


Figure 3 : Galerie d'incendie INERIS

	Données	Unités	Cellule I	Cellule2
géométriques	Surface brute au sol	m^2	60	200
	Surface corrigée	m^2	58	190
thermiques	Potentiel calorifique	MJ	547520	772155
thermocinétiques	Vitesse spécifique de combustion	$kg.m^{-2}.s^{-1}$	0,012	0,04
	Substances combustibles	kg	30650	23120
	Emballages combustibles	kg	5980	5650
	Taux de combustion	kg/s	0,7	7,6
	Durée incendie	heures	14,62	1,05
	Puissance du feu	MW	10	204
chimiques	Flux massiques de polluants			
	CO	kg/s	0,05	1,85
	CO_2	kg/s	0,37	14,53
	HCl	kg/s	0,00	0,63
	SO_2	kg/s	1,05	0,46
	HCN	kg/s	0,00	0,1
	NO_x (en NO_2)	kg/s	0,00	0,16
	HF	kg/s	0,00	0,01
	HBr	kg/s	0,00	0,04

Tableau I : Exemple de calcul de terme source de pollution à la suite d'un incendie

3. Apport du retour d'expérience sur les incidents et les accidents

Le retour d'expérience, exploitation systématique de tous les avis, enquêtes, audits, études, recherches concernant une installation, permet d'identifier des dangers parfois négligés, d'estimer la gravité des effets et parfois, quand l'échantillon observé est suffisamment important, la probabilité d'occurrence de ces dangers.

Dans le domaine industriel, la fabrication et le stockage des explosifs avec divers accidents catastrophiques ont sans doute été à l'origine de la prise en compte du retour d'expérience afin d'empêcher de tels accidents ou d'en réduire les conséquences. Par la suite, de très nombreuses industries : aéronautique, chimie, mines, nucléaire, pétrole ont cherché à systématiser ce retour d'expérience.

On peut citer comme accidents importants celui de Seveso qui a entraîné la formation de dioxines ou un feu de bac au porte Herriot à Lyon en 1987 qui a conduit à un phénomène de boilover pour le produit stocké (gazole). De nombreux incendies de produits chimiques divers conduisant à la formation de fumées toxiques de nature et de composition non mises en évidence par des essais de laboratoire sont connus (accident de Nantes). Autant de cas où manifestement l'nalyse des phénomènes n'avait pas été poussée assez loin.

Aujourd'hui il existe de nombreuses bases de données fournissant des taux de défaillance (prévisionnels ou mesurés) pour des parties d'équipement (composants électroniques, composants mécaniques...). Cependant l'intégration de ces parties dans des ensembles plus vastes nécessite une analyse détaillée de l'influence de certaines défaillances ou dysfonctionnements qui peuvent mettre en péril la sécurité de fonctionnement d'une installation.

En ce qui concerne l'entreprise, il faut noter que, si le retour d'expérience existe, on peut s'interroger sur la prise en compte des données recueillies et leur application dans la mise en œuvre de la politique de sécurité ainsi que dans la communication externe. On assiste encore bien souvent à une volonté de garder dans un cercle restreint ces informations et à ne pas les laisser filtrer hors de l'entreprise. La variété des installations industrielles, ainsi que la crainte d'actions réglementaires ou judiciaires peuvent partiellement expliquer une telle situation.

Les pouvoirs publics en Europe ont aussi la volonté de faire l'analyse de ces événements en se limitant en général à ceux qui ont des conséquences significatives Des bases de données répondent au souci de mettre au service des industriels des informations sur le risque industriel et de cadrer la politique de prévention des pouvoirs publics, par exemple :

- ARIA, développée et exploitée par le Bureau d'Analyses des Risques et Pollutions Industrielles, Ministère de l'Environnement, France
- FACTS, développée et exploitée par le Département de Sécurité Industrielle TNO, Pays-Bas
- MHIDAS, développée pour les besoins du Health and Safety Executive (R.U.)

De nombreuses autres bases de données plus spécifiques et dépendant directement d'industriels ou d'associations existent. Ainsi le groupe de travail "Analyse d'accidents" de l'European Safety, Reliability and Data Association (ESReDA), à la suite d'une enquête partielle dans quatre pays d'Europe (France, Norvège, Pays-Bas, Royaume Uni), a réalisé un annuaire concernant une quarantaine de bases de données.[1]

Ces bases de données permettent de disposer d'informations générales ou détaillées à prendre en compte dans l'analyse des risques ; mais il faut être sûr de la qualité et de la fiabilité des informations recueillies. Le partage de l'expérience acquise dans l'analyse des accidents est cependant une tâche difficile lorsqu'on s'adresse à des sociétés de domaines différents qui n'ont, ni la même culture de sécurité, ni des organisations chargées de la sécurité comparables. Des synthèses pour un même type d'accident, tout en précisant bien ce qui diffère d'une installation à l'autre, ont déjà été faites à de nombreuses reprises (accidents impliquant des explosions de gaz, l'ammoniac, le chlore). Une telle action qui permet de faire progresser la sécurité dans une profession ou un secteur particulier n'interdit pas les analyses plus détaillées de divers accidents ; ces analyses spécifiques mettent en évidence la répétition d'accidents largement connus mais

(1) Bon de commande en fin d'article

de faible fréquence (explosion de chaudière, explosion de poussières), la définition de zones dangereuses pour l'implantation des matériels, l'utilisation de systèmes de sécurité présentant des dysfonctiormements non analysés à la conception, l'évolution vers des techniques qui peuvent être à l'origine d'accidents.

Enfin, il faut préciser que les objectifs visés dans l'utilisation de ces données peuvent être très variés :

- identifier des scénarios accidentels
- identifier les défauts d'installations, de bâtiments et de systèmes de transport potentiellement dangereux
- vérifier que les procédures de traitement des situations d'urgence sont adaptées
- aider les autorités compétentes, les compagnies financières et d'assurances à choisir des politiques adaptées
- aider les consultants dans leurs tâches touchant à la gestion préventive du risque industriel et les experts dans leurs analyses des accidents
- développer les aspects qualité des données et des logiciels
- améliorer le management de la sécurité en qualité totale ainsi que la formation des opérateurs et des dirigeants
- rassembler des données de fiabilité et des taux de défaillance
- vérifier le caractère adapté des réglementations, normes et règles de bonne pratique
- développer des projets de recherche pour mieux appréhender les phénomènes dangereux, les conditions de leur apparition, de leur déroulement et les mesures de sécurité à appliquer
- pousser à l'utilisation des bases de données dans les formations des ingénieurs et scientifiques
- permettre l'information des populations concernées.

Il faut encore souligner, pour traiter de façon fiable les données et répondre à ces divers objectifs, l'importance de définir avec précision des critères minimum d'inclusion des données. Pour ce travail, il est possible notamment de s'appuyer sur les travaux déjà menés pour l'OCDE et en cours à l'ESReDA et à l'European Process Safety Center (EPSC). Ces critères concernent aussi bien les faits (type d'accident, effets à court, moyen et long terme,...), la réponse en situation d'urgence, le suivi des conséquences de l'accident ainsi que l'analyse des causes (événements initiateurs, leçons tirées). A l'avenir, il faudra s'intéresser de façon plus précise aux défaillances des équipements, au facteur humain et au management de la sécurité.

En définitive le retour d'expérience contribue à poser des questions sur la conception et la construction des installations, sur leur fonctionnement (management, procédures, phénomènes accidentels possibles), sur l'efficacité des mesures pour empêcher les accidents et pour en atténuer les effets.

4. Mesures de sécurité

Une étape importante de l'analyse des risques traite du choix des mesures de sécurité (prévention et protection) dont l'efficacité et la fiabilité doivent avoir été évaluées.

Dans les mesures de sécurité on doit prendre en considération ce qui touche à l'organisation à mettre en place, et spécifiquement au management de sécurité, et qui peut être défini comme l'application systématique d'une politique de management de procédures, de moyens et de dispositions pratiques pour analyser, évaluer et contrôler les risques. Ce management doit faire référence à la politique de sécurité de l'entreprise et définir les objectifs à atteindre, le domaine d'application, les responsabilités, les systèmes de mesure.

La formation du personnel est aussi incluse dans les mesures de sécurité.

Ce qui peut toucher à la mise en place d'un système de management de la sécurité, de l'audit de sécurité des installations, de la prise en compte des problèmes économiques et du comportement des opérateurs (fiabilité humaine) n'est pas traité ici, mais une telle action a son importance dans l'augmentation du niveau de sécurité des installations dangereuses.

4.1 Mesures techniques de prévention

Des mesures de prévention sont à prévoir à la

conception de l'installation et s'appuient sur la surveillance du procédé pour éviter qu'on sorte du domaine de fonctionnement sûr. Les capteurs utilisés doivent donc avoir des caractéristiques métrologiques vérifiées et permettre de contrôler la température, la pression, la composition du milieu considéré par exemple.

A titre de premier exemple, on peut citer les détecteurs permettant d'être averti qu'un phénomène dangereux peut apparaître : les toximètres et explosimètres. Ces appareils permettent de connaître la teneur de l'atmosphère en gaz toxique ou inflammable. Ils doivent d'abord être métrologiquement adaptés et présenter toute sécurité de fonctionnement dans l'atmosphère considérée (certaines règles ont été retenues dans des normes européennes). Ils doivent aussi être implantés en un endroit judicieux pour faire la mesure. En fonction des seuils de toxicité ou d'explosivité retenus, ils pourront déclencher une série d'actions sur l'installation, allant de l'isolement d'un appareil, à une ventilation d'urgence, voire à un arrêt total de l'installation.

Un second exemple concerne les systèmes électroniques programmables dédiés à la sécurité. Il est indispensable d'analyser leur niveau de résistance aux défaillances dangereuses pour qu'on soit assuré qu'ils sont bien opérationnels lorsqu'ils sont sollicités. Un référentiel d'évaluation, basé sur une approche normative et sur l'expérience commence à être utilisé. Il considère quatre points :

- la sécurité élémentaire comprenant la sécurité électrique
- la sécurité fonctionnelle du système, du matériel et des logiciels
- la compatibilité électromagnétique
- l'assurance qualité et sa gestion

Remarque : de tels systèmes sont aussi utilisables pour gérer des mesures de protection.

Des **inspections et des essais** du matériel constituent aussi des mesures de prévention qui permettent de s'assurer que n'apparaîtront pas des défaillances et des dysfonctionnements dangereux.

Dans le cas de phénomènes tels que **l'incendie et l'explosion**, après identification de toutes les sources d'inflammation, la prévention s'attachera à leur élimination. Sont notamment visées les étincelles de toutes natures, les flammes, les surfaces chauffées, les rayonnements lumineux. La prévention peut aussi passer par l'abaissement de la teneur en oxygène dans les espaces clos. La directive "machine" et la directive 94/9/CE (concernant les appareils et systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphère explosible) et diverses normes européennes liées à ces directives donnent des éléments pour traiter ces aspects.

Lorsque des risques de **toxicité** et d'**écotoxicité** existent, la prévention passe essentiellement par le maintien de l'étanchéité des enceintes où sont utilisés ou fabriqués les produits présentant ces risques. C'est le contrôle du procédé à l'aide des capteurs appropriés qui permet de vérifier qu'on n'atteint pas des conditions dangereuses. En cas de fuite, il faut prévoir des enceintes de confinement adaptées.

4.2 Mesures de techniques de protection

Dans le cas de l'**explosion**, les appareils peuvent être construits pour résister aux effets de pression ou pour abaisser les pressions dans un appareil (étouffement de la flamme d'explosion à un stade précoce de l'explosion ou décharge des gaz d'explosion à l'extérieur de l'appareil) - **figure 4** - ou pour empêcher la propagation de la flamme d'un appareil à un autre.

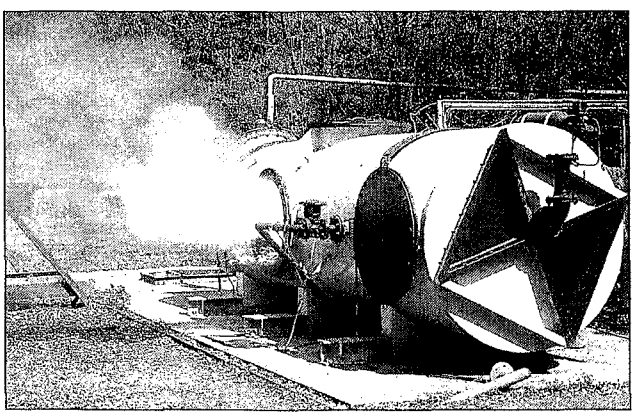


Figure 4 : Fonctionnement d'un évent de décharge d'explosion de 0,5 m² installé sur une enceinte de 10 m³

Pour le **BLEVE**, on peut retarder l'apparition du phénomène en adoptant sur les réservoirs des moyens passifs comme des produits d'ignifugation ou des moyens actifs tel l'arrosage.

Dans le cas de l'**incendie**, le choix d'un détecteur adapté (répondant rapidement) permet de déclen-

cher dans les meilleurs délais la lutte contre l'incendie à l'aide des systèmes extincteurs appropriés.

Lorsque des **émissions toxiques** sont possibles, des systèmes de rideaux d'eau ou de vapeur, des laveurs peuvent être adaptés pour limiter la propagation d'une nappe.

Pour les **produits écotoxiques**, des mesures visant à limiter le rejet dans le milieu (bassins de confinement) ou à réhabiliter le milieu sont envisageables (adjuvants de biodégradation, dispersants, oxygénation des milieux, récupération des polluants).

Dans ce qui précède, seuls quelques exemples ont été traités, mais il faut souligner que l'application doit être faite au cas par cas en tenant compte d'une analyse détaillée des phénomènes accidentels possibles. Toutes ces mesures doivent aussi avoir fait l'objet d'une vérification de leur efficacité et de leur fiabilité et doivent être maintenues en bon état de fonctionnement. En effet, il ne peut être acceptable qu'elles soient défaillantes au moment où elles sont sollicitées. La redondance et la sécurité positive sont par exemple à considérer dans une analyse détaillée.

5. Conclusion

Une démarche globale visant à assurer la gestion du risque industriel implique l'analyse détaillée des conditions de fonctionnement de l'installation pour définir sa marche sûre. Si on sort du domaine de fonctionnement sûr, mais aussi en cas de défaillance ou d'une agression externe, des phénomènes dangereux potentiels peuvent être caractérisés sur la base du retour d'expérience sur les accidents survenus dans des installations identiques ou de conception voisine ainsi que par modélisation ou expérimentation. Ces trois moyens sont complémentaires et permettent de caractériser la probabilité d'occurrence et la gravité des effets. Il est alors possible de choisir les mesures de prévention et de protection adaptées dont l'efficacité et la fiabilité doivent pouvoir être prouvées.

Un accent tout particulier est à porter sur l'utilisation du retour d'expérience dans les entreprises et les échanges d'expérience entre secteurs industriels différents.

L'expérimentation accompagnée de la modélisation reste encore largement à faire dans de nombreux domaines (écotoxicité, effets d'une dose toxique unique, effets des fumées d'incendie, développement d'incendie en espaces confinés...).

De façon générale, la prise en compte des résultats du retour d'expérience, de l'expérimentation et de la modélisation implique qu'on se soit assuré de la fiabilité des données correspondantes.

Il est donc tout à fait légitime d'introduire des systèmes d'évaluation :

- des données introduites dans les bases de données sur les accidents (qualité de l'analyse de l'accident et critères minimum d'inclusion des données)
- des logiciels de calcul des effets et de l'occurrence des phénomènes accidentels.

Il est aussi indispensable de s'assurer de la précision des mesures expérimentales faites. Ceci pose le problème du caractère adapté et fiable des capteurs utilisés.

Beaucoup de mesures techniques de sécurité existantes restent encore à valider pour s'assurer de leur fiabilité et de leur efficacité.

Enfin, il apparaît aussi indispensable de prendre en compte les effets "domino" liés à l'action d'un premier phénomène qui pourrait en déclencher un second, ainsi que le caractère adapté d'une mesure de sécurité quand plusieurs phénomènes différents sont possibles (choix du confinement pour éviter la toxicité qui pourrait entraîner une explosion par exemple).

Pour commander l'annuaire des bases de données ESRe DA, reproduire le coupon suivant :

Please send me ..... copies of the ESReDA Directory of Accident Databases at 40 ECU per copy.

ESReDA Secretariat - VTT Automation
PO Box 1301 - 02044 VTT - Finland

Name _____
Company _____
Address _____
_____
Tel. _____ Fax _____

Please send me a databe description form ☐