



HAL
open science

Analyse de risques d'installations industrielles

Jean-Philippe Pineau

► **To cite this version:**

Jean-Philippe Pineau. Analyse de risques d'installations industrielles. Journée "Protection de l'Environnement", Oct 1995, Amiens, France. <ineris-00971953>

HAL Id: ineris-00971953

<https://ineris.hal.science/ineris-00971953v1>

Submitted on 3 Apr 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization



95-67

1

ANALYSE DE RISQUES D'INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

J.P. Pineau

INERIS - BP 2 - 60550 VERNEUIL EN HALATTE

L'analyse de risques industriels a été entreprise de longue date pour des industries où les accidents pouvaient avoir des effets catastrophiques : fabrication des explosifs, exploitation des mines de charbon, chimie, pétrole. Cette analyse a permis de mieux comprendre les phénomènes mis en jeu et leurs conséquences.

Pour ces industries, la réglementation décrivait de façon détaillée les mesures de prévention permettant d'empêcher l'apparition du phénomène et des mesures de protection pour limiter les effets obtenus. Elle a été étendue, au cours du temps, à tous les domaines industriels ou à des activités diverses pouvant entraîner des effets sur l'environnement. Aujourd'hui, la législation des installations classées pour la protection de l'environnement compte dans sa nomenclature plusieurs centaines de rubriques.

L'analyse des accidents technologiques, notamment faite par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industrielles (BARPI), montre la réalité des risques dans ces installations et lors du transport. Ainsi, 683 événements survenus en France ont été pris en compte dans la base de données ARIA (BARPI) pour la période allant de juillet 1993 à juin 1994. Des rejets dangereux, des incendies, des explosions et des presque-accidents étaient recensés respectivement dans 49,2 %, 45,1 %, 5,7 % et 6 % des cas.

Principalement sous l'influence d'une nouvelle approche adoptée pour les Directives Européennes, des exigences essentielles de sécurité sont définies. Les moyens précis pour satisfaire à ces exigences sont du ressort de l'exploitant. Ceci fait que l'analyse de risques, même si elle adopte une méthodologie précise, s'appuie sur une démarche au cas par cas et doit conduire à une quantification des risques.

Cette méthodologie est applicable aussi bien pour les risques chroniques créés par tout type de rejet ou tout phénomène jouant un rôle sur l'environnement (le bruit par exemple) que pour les risques accidentels. C'est l'aspect accidentel qui sera traité ici en s'inscrivant dans la logique de l'application de la législation des installations classées.

La démarche globale sera d'abord présentée.

Journée 'Protection de l'Environnement'
Amiens, 19 octobre 1995

I. DÉMARCHE GLOBALE "RISQUES"

De façon générale, pour faire l'analyse des risques, que ce soit au stade de la conception d'une nouvelle installation ou dans le cadre d'une exploitation existante, une documentation doit être rassemblée et exploitée sur :

- . l'établissement, les équipements, machines et appareils utilisés et leurs conditions d'exploitation

- . les phénomènes dangereux, les situations dangereuses et les événements initiateurs possibles, en s'intéressant à leur probabilité d'occurrence, à leurs effets, au retour d'expérience sur les accidents et à la possibilité de réduction du risque dans des établissements, équipements, machines et appareils similaires

- . les objectifs à atteindre grâce à des mesures (dispositifs) de sécurité (estimation du risque)

- . la réduction du risque par des mesures (dispositifs) de sécurité pour éviter les phénomènes, situations dangereuses et événements initiateurs (prévention) ou pour réduire les effets (protection), compte tenu du niveau de sécurité à atteindre (évaluation du risque).

Cette procédure qui est interactive peut être schématisée par la figure 1. Les définitions de l'estimation et de l'évaluation du risque peuvent être les suivantes :

- . estimation du risque : processus global de prise en compte de la probabilité et de la gravité d'un dommage pour chaque phénomène dangereux identifié en vue de sélectionner les mesures (dispositifs) de sécurité appropriés

- . évaluation du risque : processus de prise de décision sur la base de jugements et de mesurages, conduisant au choix des mesures de sécurité (dispositifs). A ce stade, sont prises en considération les conséquences économiques, sociales, environnementales.

Il doit être clair que, si un organisme d'études et conseils comme l'INERIS peut intervenir à toutes ces étapes, la décision finale doit être prise par l'industriel qui exploite l'installation et l'autorité compétente qui autorise la mise en route et le fonctionnement d'une telle installation.

De plus, il est indispensable que l'analyse de risque, qui est un processus qui accompagne toute la vie d'une installation, soit entreprise dès le stade de conception d'une installation qui comprend divers équipements, machines et appareils ayant eux-mêmes fait l'objet préalablement d'une analyse de risque. Elle doit aussi être régulièrement actualisée.

Si, dans ses grandes lignes, une telle approche est retenue aujourd'hui dans le milieu industriel, son application détaillée fait encore l'objet de nombreuses discussions au niveau des professions, des autorités compétentes et des organismes de conseils concernés.

Il est aussi indispensable de prendre en compte le fait que, malgré toutes les mesures de prévention et de protection, un accident est toujours possible. La définition préalable d'un plan d'intervention en situation d'urgence rentre dans la démarche globale "risques". Cet aspect, traité par ailleurs, ne sera pas examiné ici.

Dans cette démarche, nous nous intéresserons tout spécialement aux aspects suivants qui seront successivement examinés :

. description des types d'installations et de leurs conditions de fonctionnement permettant d'identifier les événements initiateurs

. identification des phénomènes dangereux par expérimentation et modélisation conduisant à une approche des scénarios accidentels et des situations dangereuses tenant compte du retour d'expérience sur les accidents

. description de mesures de sécurité (prévention et protection) ; un exposé traitant en détail de la prévention et de la protection sera donné par ailleurs.

II. DESCRIPTION DES TYPES D'INSTALLATIONS

Il ne peut être question de décrire en détail tous les types d'installations sur lesquels nous avons pu travailler, notamment pour des questions de confidentialité.

De façon globale, notre champ d'action concerne les installations classées pour la protection de l'environnement où des substances dangereuses (capables de s'enflammer, d'exploser, de brûler, de se décomposer, de fournir des vapeurs toxiques ou corrosives ou de conduire à des rejets écotoxiques dans l'eau et les sols) sont fabriquées, manipulées, transformées et stockées. Notre expérience se rapporte à nombre d'installations des industries agro-alimentaires, chimiques, métallurgiques, pétrolières, pharmaceutiques, phytosanitaires ...

En liaison avec d'autres organisations, les risques spécifiques au transport des matières dangereuses ont été abordés.

L'important est d'avoir une bonne connaissance des conditions de fonctionnement de l'installation et de l'influence de ses modalités d'approvisionnement, ainsi que de la fiabilité de fonctionnement des équipements et appareils divers, sans oublier les utilités. C'est ainsi que peuvent être identifiés les événements initiateurs.

L'aspect management de la sécurité est à prendre tout spécialement en compte. Un tel travail peut être mené lors de la conception de l'installation et est à valider lors de la mise en fonctionnement et à actualiser pour toute modification notable de l'installation. Il est de la responsabilité directe de l'exploitant et doit permettre de définir le domaine de fonctionnement.

III. CONNAISSANCE ET ESTIMATION DU RISQUE

Nous retiendrons les définitions suivantes :

Phénomène dangereux : Evènement capable de provoquer des dommages partiels ou globaux à un système, une lésion ou une atteinte à la santé, une atteinte à l'environnement

Situation dangereuse : Toute situation dans laquelle une personne (ou un milieu) est exposée à un ou plusieurs phénomènes dangereux

Evènement initiateur : Evènement pouvant provoquer un risque d'apparition d'un ou plusieurs phénomènes dangereux. Ex : défaillance, coupure ou réalimentation en énergie - défaillance systèmes commande - erreur de montage - erreur logiciel - fonctionnement du système hors de son domaine sûr.

Les phénomènes dangereux mis en cause peuvent être caractérisés par des modèles analytiques ou numériques. Il n'en demeure pas moins nécessaire de poursuivre la réalisation d'expérimentation à diverses échelles. Pour valider ces modèles, nous examinerons successivement quelles mesures sont à faire pour caractériser les produits, comment expérimenter et comment modéliser les phénomènes pouvant se produire dans une situation industrielle. L'ensemble de cette démarche permet de mieux approcher les scénarios accidentels et les situations dangereuses.

III.1. Caractérisation des substances dangereuses

Les méthodes de base sont décrites dans la dix-septième modification (92/69/CEE) de la Directive relative à la classification, l'emballage et l'étiquetage des substances dangereuses (67/548 CEE). De telles méthodes sont bien sûr reconnues dans la législation française (par exemple, arrêté du 20 avril 1994).

Ces méthodes sont réalisables notamment à l'INERIS et visent à connaître :

. les propriétés physico-chimiques, ce qui comprend l'inflammabilité, l'explosibilité et la combustibilité

. les propriétés toxicologiques : toxicité aigüe par voie orale et inhalation, irritation, mutagénèse, toxicité sur la reproduction ...

. les propriétés écotoxicologiques : dégradation biotique et abiotique, toxicité aigüe, inhibition, adsorption, désorption...

Toutes ces méthodes imposent une réalisation dans des laboratoires ayant obtenu l'accréditation par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC). De plus, certaines d'entre elles sont mises en oeuvre en travaillant selon les Bonnes Pratiques de Laboratoire reconnues par le Groupe Interministériel des Produits Chimiques.



Un effort d'harmonisation de toutes ces méthodes est en cours. La mise au point de méthodes complémentaires devrait s'imposer pour ce qui concerne les explosifs (limites de détonabilité et prévision des propriétés intrinsèques), les atmosphères explosives capables de conduire à des explosions (travail de normalisation), la toxicité aigüe par inhalation ainsi que l'écotoxicité aigüe.

L'INERIS est aussi fortement impliqué dans les méthodes concernant le classement au transport des matières dangereuses.

III.2. Scénarios accidentels

Les méthodes de caractérisation des produits dangereux que nous venons de décrire, couplées à un examen des conditions d'implantation et de fonctionnement de l'installation où le produit est fabriqué, transformé ou stocké, permettent de définir les scénarios accidentels d'incendie, de feux et de fuites (émission dans l'air et rejet dans l'eau et les sols).

Certains de ces scénarios sont notamment décrits dans un guide publié en 1990 par le Ministère de l'Environnement : explosions de type BLEVE, UVCE d'un dépôt de substance explosible ou d'une atmosphère explosible à l'intérieur de capacités, fuite à la suite d'une perte totale et instantanée du confinement ou de rupture de la plus grosse canalisation d'une installation, feu dans la plus grande cuvette, boule de feu et projection de produit enflammé par suite d'un "boil over".

On pourrait y ajouter les feux de stockage de produits chimiques qui peuvent entraîner la dispersion de fumées toxiques.

Quand ils sont pertinents, ces scénarios sont à traiter dans les études des dangers ou dans les analyses critiques de celles-ci en prenant en compte la gravité des effets prévisibles, la probabilité d'occurrence, l'emploi de mesures de prévention et d'atténuation des effets.

Pour estimer comment ces scénarios accidentels peuvent se dérouler, les analyses par arbres d'évènement permettent de mettre en évidence les séquences d'évènements où des équipements ou appareils de l'installation sont impliqués.

III.3. Retour d'expérience sur les accidents

L'analyse des données d'accidents est une nécessité pour promouvoir une meilleure appréciation de la sécurité et des pratiques plus sûres. Ce sont principalement des accidents impliquant les explosions et les incendies qui ont été étudiés.

Les conclusions concernent aussi bien l'organisation (facteur humain) et la supervision des procédés (détection, fiabilité et robustesse des automates de process et de sécurité, actions correctrices à entreprendre) que le déroulement des phénomènes accidentels et l'efficacité des mesures de sécurité.

Les analyses faites dans le cadre des accidents survenus dans une fonderie d'alliage d'aluminium (1986), à la raffinerie de la Mède (1992) ou dans des silos de stockage de céréales montrent l'importance d'une approche pluridisciplinaire ; en effet, la variété des compétences nécessaires (automatique, résistance des matériaux, physique, chimie, analyse fonctionnelle ...) l'impose.

De plus, il est indispensable de favoriser la publication des données recueillies pour faciliter le retour d'expérience. Une saisie adaptée des données est aussi à prévoir en s'appuyant sur un questionnaire de référence. La diffusion des informations ainsi recueillies reste encore largement à promouvoir.

Enfin, ce retour d'expérience met souvent en évidence le fait qu'une analyse complète des risques aurait dû être faite au moment de la conception et des modifications importantes des installations. Il met également en évidence la variété des événements initiateurs.

III.4. Modélisation des scénarios

La modélisation physique ou numérique des scénarios envisageables est indispensable pour préparer les travaux expérimentaux à petite, mais surtout à grande échelle. En retour, ces travaux permettent de valider de tels modèles.

Modélisation de fuite à l'air libre ou en espace confiné et de la toxicité

Dans le domaine des fuites de gaz combustibles à l'air libre, l'INERIS a pu mettre au point une méthode permettant de déterminer l'importance des volumes inflammables formés et les effets produits par l'explosion de ces mélanges. Des développements sont en cours pour prendre en compte les gradients de concentration dans les mélanges et la présence d'obstacles.

En ce qui concerne la formation de nuages toxiques à la suite de fuites à l'air libre, il faut d'abord retenir une concentration à partir de laquelle le risque existe. Pour cela, il est indispensable de retenir une valeur limite. On utilise le plus fréquemment comme valeurs guides les seuils IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health Concentration) édités par le NIOSH*. Ils représentent les concentrations maximales à partir desquelles une personne à son poste de travail, en l'absence de protection respiratoire, peut s'échapper en 30 minutes sans ressentir d'effets irréversibles pour la santé ou d'effets de "sidération". Ils permettent donc de déterminer s'il faut utiliser ou non une protection respiratoire en cas de présence d'un produit chimique dans l'atmosphère.

Compte tenu du caractère déjà ancien de ces données, du fait qu'elles visent des personnes à leur poste de travail, et de leur inadaptation pour des temps d'exposition courts, d'autres valeurs guides ont été proposées : les Emergency Response Planification Guideline (ERPG) développées par l'American Industrial Hygiene Association (AIHA), les Emergency Exposure Guidance Levels (EEGL) ou Short Term Public Emergency Guidance Levels (STPEGL) par la US National Academy of Sciences, les Emergency Exposure Indices (EEI) de l'European Chemical Industry Ecology and Toxicology Center (ECETOC).

* National Institute for Occupational Safety and Health

Ces nouvelles valeurs ont pour but de caractériser de manière plus fine la toxicité d'un produit pour un temps d'exposition court et vis-à-vis de l'ensemble des populations. L'INERIS développe actuellement, avec le Ministère de l'Environnement et les industriels, un travail sur le choix de ces valeurs limites (définition, utilité, moyen de les fixer).

Ces valeurs seuils étant choisies, il est indispensable de retenir un mode de calcul des débits de fuite et de la dispersion, validé par rapport aux conditions environnementales de l'installation (géométrie de l'installation, relief environnant, conditions météorologiques ...). Pour la modélisation d'une fuite, beaucoup de travail reste encore à faire pour connaître les conditions de formation de mélanges toxiques lorsque des aérosols et brouillards sont émis. Il est aussi indispensable d'améliorer les moyens de modélisation du développement des incendies et de la dispersion des fumées produites aussi bien à l'air libre que dans des bâtiments ou dans des tunnels.

Modélisation d'explosions internes

Pour des explosions à l'intérieur d'équipement, des modèles permettant de prendre en considération l'influence de la turbulence sur le développement des explosions de gaz et de poussières inflammables sont en cours de mise au point.

Les effets des explosions sur les constructions et les équipements, lorsque les configurations sont complexes, nécessitent le recours à des logiciels où sont pris en considération la modélisation de l'explosion (qui peut être une déflagration ou une détonation) et la sollicitation de la structure conduisant à son éclatement, voire à la formation de fragments et à leur projection. Dans des cas simples, des modalités de calcul ont pu être définies à l'INERIS et utilisées avec succès.

Modélisation d'incendie

Dans le domaine des incendies, où sont à envisager notamment les feux de torche, les feux de nappes d'hydrocarbures ou de gaz liquéfiés, le rayonnement thermique peut généralement être calculé correctement. Pour les feux de nappes d'autres liquides inflammables et de solides à bas point de fusion (soufre, de nombreuses spécialités agropharmaceutiques), le recours aux modèles existant est plus délicat, compte tenu de la difficulté d'évaluer le déroulement de l'incendie. Pour les boules "transitoires" de gaz, qu'elles soient dues à un flash adiabatique, un "boil over", un BLEVE, la vérification expérimentale de la validité de la modélisation reste à faire.

Modélisation de l'écotoxicité

Du fait de la simplification considérable et du choix conventionnel des conditions expérimentales des essais d'écotoxicité, l'extrapolation des données obtenues au laboratoire aux conditions naturelles reste difficile.

On détermine les concentrations possibles PEC auxquelles différentes populations dans les eaux et les sols sont exposées. Parallèlement, à partir des essais d'écotoxicité proprement dits, compte tenu de facteurs de sécurité dus à l'incertitude des méthodes et à leur représentativité limitée, il est possible d'estimer les concentrations qui, dans un compartiment de l'environnement donné, ne seront pas responsables d'effets à court ou long terme vis-à-vis de l'écosystème (P.N.E.C. Predicted No Effect Concentrations).

L'examen du rapport PEC/PNEC permet d'aboutir à un premier niveau d'évaluation des risques et de prendre les mesures nécessaires pour supprimer ou limiter les impacts, éventuellement d'envisager des recherches complémentaires dans le but d'affiner une telle évaluation.

En effet, la complexité des écosystèmes, le grand nombre de populations constituant les biocénoses et l'extrême diversité des biotopes où apparaissent simultanément un grand nombre de substances xénobiotiques et naturelles ne peuvent être pris en considération dans des essais de laboratoire.

Ainsi, l'INERIS poursuit des travaux mettant en jeu des microcosmes de laboratoire et des mésocosmes installés dans des conditions environnementales naturelles.

De tels dispositifs expérimentaux permettent de mieux simuler les écosystèmes représentatifs des milieux naturels, de suivre au cours du temps le comportement et le devenir des polluants, ainsi que leurs effets immédiats ou retardés vis-à-vis de l'écosystème lui-même. Il est aussi possible d'aboutir à une meilleure prévision des risques consécutifs au rejet ponctuel ou continu d'un produit chimique ou du rejet accidentel d'un effluent, d'une grande quantité de produit ou des eaux utilisées pour l'extinction d'incendies.

IV. DESCRIPTION DE MESURES DE SECURITE : PREVENTION ET PROTECTION

Les phénomènes examinés concernent des installations de fabrication, de stockage, de transformation ... où des opérations mettent en oeuvre plusieurs types d'appareils avec des pressions, des températures, des flux traités variant dans de larges limites. C'est bien sûr au stade de la mise au point, puis de l'expérimentation sur pilote que les domaines de stabilité de fonctionnement, la fiabilité et la disponibilité des dispositifs de contrôle et de commande, l'appréciation des performances globales du système et les dérives possibles sont à qualifier. Il ne peut être ici question d'examiner en détail toutes les mesures à prendre.

Nous voudrions souligner que la prévention passe aussi par l'étude des risques liés aux transports dans l'installation interne et par l'examen de la vulnérabilité des utilités et des moyens de communication. Les risques entraînés par les erreurs de l'opérateur ou du management n'ont pas été abordés ici. Il faut cependant noter l'importance de leur prise en compte dans la démarche de prévention des risques.

Nous décrirons maintenant, pour le domaine des installations fixes, quelques dispositifs et dispositions de prévention utilisables.

Systèmes électroniques programmables dédiés à la sécurité

Si l'analyse de risque conduit un exploitant à retenir un système électronique programmable dédié à la sécurité, des exigences de sécurité (niveau de résistance aux défaillances dangereuses) plus ou moins sévères sont à retenir pour éviter qu'une défaillance de ce système puisse avoir comme conséquence la destruction de l'installation ou des pertes humaines. Si une telle démarche est de nature volontaire, elle doit bien sûr se rapporter à un référentiel.

Un tel référentiel d'évaluation, basé à la fois sur une approche normative et sur l'expérience déjà acquise par l'INERIS, a déjà pu être utilisé. Il considère quatre phases principales :

- . la sécurité élémentaire comprenant la sécurité électrique
- . la sécurité fonctionnelle du système, du matériel et des logiciels et de la documentation interface homme/machine
- . la compatibilité électromagnétique
- . l'assurance qualité et sa gestion.

Détection

Pour les capteurs choisis en fonction des scénarios accidentels possibles et de leur déroulement, doivent être pris en compte les modalités de leur implantation, leur délai de réponse, leurs conditions de fonctionnement (température, pression, humidité, atmosphère inflammable, mélanges de produits ...). Les aspects robustesse du capteur, reproductibilité de la mesure et maintien opérationnel du fonctionnement au cours du temps sont à examiner.

Dans le domaine des explosions de gaz et vapeurs combustibles, l'utilisation de détecteurs explosimétriques basés sur la combustion catalytique ou d'autres phénomènes (conductivité thermique, réaction électrochimique, semi-conductivité ...) a été développée de longue date et permet d'obtenir la composition en gaz de l'atmosphère. L'INERIS a participé au développement et à la mise au point de différents types de capteurs en définissant ensuite leurs conditions d'emploi. Les caractéristiques métrologiques nécessaires ont notamment été reprises dans une norme européenne. Les règles d'implantation sont encore en cours de définition dans le cadre de comités de normalisation du CENELEC. Une fois le mélange détecté, la dilution par ventilation permet d'éviter la présence d'une atmosphère inflammable.

Dispositifs de prévention de l'incendie et de l'explosion d'atmosphères explosibles

Un moyen d'éviter le démarrage de l'incendie ou de l'explosion consiste à abaisser suffisamment la teneur en oxygène de l'atmosphère pour empêcher toute réaction dangereuse. Le choix de la teneur limite repose sur un essai de détermination compte tenu du gaz inerte choisi ; il faut ensuite vérifier en continu le maintien d'une teneur limite en oxygène.

Dispositions permettant d'éviter les sources d'amorçage des explosions

Des étincelles (électriques, électrostatiques, de friction), des rayonnements lumineux, des points chauds, aussi bien que des flammes peuvent être à l'origine du démarrage de l'explosion. De longue date, du matériel électrique de sécurité vis-à-vis de ces atmosphères explosibles a été fabriqué. L'INERIS effectue les certifications de type de ces matériels selon les normes européennes en vigueur. L'adoption de nouvelles directives concernant les machines et les appareils et équipements destinés à travailler en atmosphères explosibles conduira à développer le moyen de vérification de la conformité des appareils aux exigences essentielles de sécurité de la Directive 94/9/CE par exemple. Des méthodes normalisées sont en cours de développement dans le cadre du Comité Technique CEN 305 "Appareils et systèmes pour la prévention des explosions et la protection contre leurs effets".

Limitation des effets des explosions

La prévention passe aussi par la limitation de l'importance des effets obtenus. Pour les installations pyrotechniques, la séparation des installations les plus dangereuses et le confinement de ces opérations dans des bâtiments résistant à l'explosion ou sur des aires protégées par des merlons sont des techniques utilisées de longue date.

Dans le cas des atmosphères explosibles, les moyens visent surtout à atténuer l'importance des effets de pression. On peut citer la construction résistant aux effets de pression, l'installation sur les appareils d'orifices de décharge de pression (évents), les systèmes extincteurs (passifs ou automatiques) permettant d'arrêter la propagation de la flamme (extincteurs déclenchés, arrêts-barrages, arrête-flammes, vannes d'isolement). L'efficacité de tels moyens a été étudiée avec les utilisateurs et les constructeurs. Il reste encore à l'heure actuelle la nécessité de proposer des méthodes normalisées dont l'élaboration est en cours, notamment dans le cadre du CEN CT 305, GT 3 : "Appareils et systèmes pour la prévention des explosions et la protection contre leurs effets".

Moyens de protection mécanique ou thermique

Pour ce qui concerne notamment le BLEVE et le "boil over", les moyens passifs de protection (produits d'ignifugation, arrosage, conception mécanique prenant en compte la corrosion) des appareils et structures sont encore à étudier.

La protection contre les effets d'un incendie impose le choix de moyens de détection et leur implantation pour être averti aussi rapidement que possible du démarrage. Les systèmes d'extinction et le choix des matériaux extincteurs sont à faire en fonction du type de feu considéré. Pour sa part, l'INERIS s'est surtout intéressé au moyen de lutte contre les feux couvants de produits solides plus ou moins divisés et à l'examen des règles de stockage : implantation et durée du stockage, masse totale stockée, température de stockage, choix et implantation des détecteurs.

Dispositifs de prévention vis-à-vis de la toxicité

Dans le domaine de la toxicité, il faut définir la conduite à tenir (évacuation ou confinement) en fonction des moyens de détection permettant de faire des mesures locales, de la disponibilité rapide et de la validité de logiciels de calcul de diffusion et d'effet de la toxicité. Le couplage des logiciels de diffusion et d'évaluation de la toxicité aigüe est indispensable. Les modèles existants et leur validation et la considération du coefficient de sécurité par rapport à l'expérimentation sont à analyser en détail et en tenant compte des effets des effluents émis en situation d'urgence sur l'homme.

Dispositifs de prévention vis-à-vis de l'écotoxicité

L'évaluation des risques concernant tel ou tel compartiment de l'environnement permet de mettre en oeuvre des moyens de prévention adaptés ainsi que des moyens d'intervention permettant de minimiser les impacts.

En ce qui concerne l'emploi de substances chimiques ou de formulations, une telle approche sert de base à la mise en place de réglementations interdisant ou limitant l'emploi de certaines substances en fonction des usages auxquels elles sont destinées et fixant des limites selon les milieux récepteurs, notamment en fonction des objectifs de qualité des milieux aquatiques.

En ce qui concerne les risques liés aux accidents ou aux incidents, il est possible de prévoir l'ampleur des impacts qui seront constatés au niveau des écosystèmes, leur persistance et l'importance de la zone touchée (eaux superficielles, nappes phréatiques, totalité du bassin versant, etc.) ; on tiendra compte de l'importance et de la gravité du phénomène de pollution ainsi prévu pour mettre en place les dispositifs de prévention les mieux adaptés : dispositifs d'alarme efficaces, stations d'épuration performantes, bassins de rétention judicieusement dimensionnés.

En cas de pollution, les mesures à prendre (interdictions diverses) et les moyens à mettre en oeuvre pour assurer la réhabilitation des milieux pollués (adjuvants de biodégradation, dispersants, oxygénation des milieux, récupération des polluants, etc.) seront également définis en fonction de la gravité de la pollution, de la nature des milieux contaminés et des usages auxquels ils sont éventuellement destinés (production d'eaux destinées à la consommation, piscicultures, baignades, zones touristiques, zones à forte densité de population, etc.).

Dispositifs de confinement

De façon générale, les dispositifs de confinement par mise en place de murs, de rideaux d'eau, de vapeur ou de laveur permettent de limiter la propagation à trop grande distance de nappes de produits inflammables ou toxiques et d'atténuer les effets possibles d'incendie, d'explosion et de toxicité. L'INERIS participe aux recherches pour évaluer l'efficacité de tels dispositifs (aspects mécanique et chimique). La mise au point de mousses compatibles avec des produits chimiques particuliers pourrait aussi permettre de réduire les émissions.

V. CONCLUSION

La démarche d'analyse du risque implique la connaissance du système impliqué, l'identification des phénomènes (incendie, explosion, dissémination pouvant entraîner des effets toxiques ou écotoxiques) liés à la fabrication ou à l'utilisation d'un produit dans ce système. Il est alors possible d'estimer le risque et d'en réduire la probabilité et les effets par l'emploi de mesures de sécurité adaptées.

L'accent a été mis sur l'importance des travaux encore nécessaires, notamment pour développer et normaliser des méthodes de caractérisation de l'incendie, de l'explosion, de la toxicité et de l'écotoxicité. La vérification de l'efficacité des mesures et dispositifs d'atténuation et de prévention des phénomènes qui viennent d'être mentionnés nécessite encore des études de développement et de la normalisation. Enfin, des recherches sont encore nécessaires sur la modélisation des phénomènes d'explosion, d'incendie et de dissémination de polluants aux effets immédiats ou retardés dans le milieu naturel vis-à-vis de l'homme et des écosystèmes.

Compte tenu de l'estimation des risques, les choix sont ensuite à faire par l'exploitant pour satisfaire aux exigences essentielles de sécurité, telles qu'elles sont retenues par les textes réglementaires et normatifs.

