

Fuites d'ammoniac gazeux et liquéfié sous pression :

Résultats préliminaires issus des essais à moyenne échelle de l'INERIS

6 septembre 2011

Contact presse

Aurélie PREVOT

Tél: 03 44 55 63 01

Mob: 06 20 90 03 48

Aurelie.Prevot@ineris.fr

Fuite d'ammoniac en milieu confiné : l'INERIS étudie l'intérêt du « piégeage » de l'ammoniac pour la sécurité

L'ammoniac (NH_3) étant couramment utilisé pour produire du « froid industriel », l'INERIS a étudié le comportement de fuites de NH_3 en milieu confiné et ventilé, type salle des machines. La campagne d'essais à moyenne échelle a recueilli des données dans l'optique d'améliorer les connaissances sur la dispersion du NH_3 liquéfié sous pression ; de valider la pertinence des modèles numériques utilisés pour prédire les scénarii de fuite. Les premiers résultats confirment que, dans le cas de rejets diphasiques, on observe un phénomène de « piégeage » d'ammoniac sous forme de flaque au pied d'un obstacle.

L'ammoniac (NH_3), substance ayant de nombreuses applications industrielles (principalement les fertilisants agricoles), est aujourd'hui une solution de plus en plus utilisée dans les processus de réfrigération en remplacement des HCFC, gaz à effet de serre. Une des stratégies pour limiter les risques liés à ce gaz toxique et inflammable est de confiner les installations dans un espace fermé, type salles des machines, pour éviter la propagation dans l'atmosphère en cas d'accident. Ce confinement doit être pris en compte dans les études de dangers destinées à évaluer les conséquences d'une fuite accidentelle ; or la présence de nombreux obstacles (murs, tuyauteries...) peut perturber notablement la dispersion d'ammoniac.

Les équipes de l'INERIS, qui s'intéressent aux rejets d'ammoniac depuis quinze ans, ont précédemment observé que le NH_3 pouvait être « piégé » sous forme liquide en présence d'obstacles. La campagne d'essais à moyenne échelle sur les rejets d'ammoniac réalisée en 2010-2011 cherche à aller plus loin dans la connaissance de ce phénomène et des conditions dans lesquelles il se produit. Elle a pour objet d'augmenter les connaissances sur les paramètres qui influencent le comportement d'une fuite de NH_3 en milieu fermé et ventilé.

Les données obtenues doivent également permettre de mettre à l'épreuve les modèles numériques utilisés pour prédire les conséquences de scénarii accidentels (travail grâce auquel les industriels peuvent adapter leurs dispositifs de sécurité). Si ces modèles s'avèrent pertinents, leur utilisation à l'échelle réelle pourra être envisagée. Une nouvelle campagne, à laquelle les industriels sont invités à participer, est planifiée par l'INERIS afin de vérifier que les enseignements tirés de cette première série d'essais sont applicables à grande échelle.

L'Institut a mis au point un dispositif expérimental dans une chambre d'essai de 80 m^3 sur son site de Verneuil-en-Halatte (Oise), permettant de faire varier de multiples paramètres lors de la simulation des fuites. Le NH_3 a ainsi été étudié sous deux formes, gazeuse et diphasique¹, puisque le stockage de l'ammoniac liquéfié sous pression est un mode privilégié par les industriels. Parmi les autres paramètres évalués, on compte la nature de l'obstacle (paroi en béton ou en tôle), le débit de fuite, le diamètre de l'orifice de rejet, le débit d'extraction de l'air de la chambre, la distance entre le point de rejet et l'obstacle. Une vingtaine d'essais a été réalisée.

Une première analyse des résultats expérimentaux montre que seuls les rejets diphasiques impactant un obstacle conduisent à la formation d'une flaque au sol. Pour un même débit de fuite, plus l'obstacle est éloigné de l'orifice de fuite, moins on piège d'ammoniac. Par exemple, on piège 3 fois plus d'ammoniac dans la rétention lorsque la tôle inoxydable est rapprochée de 1 m à 50 cm de l'orifice. Le type d'obstacle joue aussi un rôle important : dans les mêmes conditions de fuite, la tôle inoxydable placée à 1 m de l'orifice conduit à la formation d'une flaque de 1 kg environ et la plaque en béton située à la même distance à une flaque d'une centaine de grammes seulement.

¹ Présence de gouttelettes en suspension dans une atmosphère gazeuse.

Ces premières observations demanderaient à être approfondies par une réflexion conjointe avec les industriels, afin de déterminer à quelles applications pratiques elles pourraient contribuer en termes de sécurité (intérêt de l'utilisation de bardage métallique dans les salles de machines ; positionnement des canalisations pour optimiser le phénomène de piégeage...). Les connaissances acquises sur la physique du phénomène de piégeage peuvent par ailleurs être transposables à d'autres installations de gaz liquéfiés. Par exemple, dans le cas de réservoir de stockage de gaz type GPL, propane, butane... placé au milieu d'un site industriel, la prise en compte du phénomène de piégeage dans les modèles prédictifs pourrait permettre de mieux calculer les distances d'effets d'une fuite potentielle et d'adapter les dispositifs de sécurité en conséquence.

L'INERIS consacre une grande part de ses travaux à l'étude des mécanismes, des effets et des conséquences des phénomènes dangereux (explosion, incendie, dispersion de toxiques). Ses compétences sont mises à disposition des pouvoirs publics comme des industriels. L'Institut, qui possède des moyens d'essais parmi les plus importants en France, développe des outils de simulation numérique, réalise des essais à toutes échelles et propose une ingénierie d'essai et des dispositifs d'expérimentation « sur mesure ». L'INERIS, qui participe comme expert à un groupe de travail du Ministère de l'Ecologie sur la sécurité de l'ammoniac, a notamment étudié le comportement de rejets de NH₃ à l'occasion d'essais expérimentaux à l'air libre, à échelle réelle.

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Il mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention. Ses compétences scientifiques et techniques sont mises à la disposition des pouvoirs publics, des entreprises et des collectivités locales afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale. Créé en 1990, l'INERIS est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable des Transports et du Logement. Il emploie 575 personnes, basées principalement à Verneuil-en-Halatte, dans l'Oise. Site Internet : www.ineris.fr.

Contact presse : Aurélie Prévot – 03 44 55 63 01 / Aurelie.Prevot@ineris.fr

Pourquoi étudier des rejets d'ammoniac ?

L'ammoniac faisant partie des fluides les plus utilisés pour produire du froid industriel, l'INERIS a mis en place un dispositif expérimental afin de mieux comprendre le comportement des rejets d'ammoniac gazeux ou liquéfié en milieu fermé et ventilé. Ces essais ont pour finalité d'améliorer les modèles permettant de prédire les conséquences de scénarii accidentels.

Un usage croissant dans l'industrie ?

L'ammoniac (NH₃) synthèse d'azote et d'hydrogène connue depuis le début du XIX^{ème} siècle, est une substance utilisée par de nombreuses applications industrielles. Intermédiaire dans la fabrication d'acide nitrique, d'urée ou de nitrate d'ammonium, il est principalement employé dans la production de fertilisants agricoles.

L'ammoniac a un pouvoir réchauffant très faible et un impact sur la couche d'ozone quasi-nul. De fait, ce gaz est aujourd'hui une solution de plus en plus utilisée dans les process de réfrigération en remplacement des hydro-chloro-fluoro-carbones (HCFC), gaz à effet de serre. Le dernier ajustement du Protocole de Montréal sur la production et l'utilisation des HCFC, objet d'un accord en 2007, fixe la réduction des HCFC à 90% en 2015 pour les pays développés ; cette baisse doit atteindre 99,5% en 2020 et l'arrêt total des HCFC doit intervenir vers 2030.

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE)² note que l'ammoniac est déjà largement utilisé dans les systèmes de réfrigération industrielle et commence à être employé dans les systèmes d'air conditionné de forte puissance. Les risques toxiques liés à l'ammoniac sont néanmoins un des principaux obstacles identifiés par le PNUE pour généraliser son utilisation à l'ensemble des systèmes de réfrigération et de climatisation.

L'enjeu : dimensionner les barrières de sécurité

Pour limiter les risques, une des principales stratégies de prévention consiste à confiner les équipements de l'installation frigorifique dans un espace clos, type salle des machines, pour éviter la propagation dans l'atmosphère ambiante en cas de fuite accidentelle. Ce confinement, qui constitue une première mesure de sécurité, doit être pris en compte dans le cadre des études de dangers destinées à évaluer les conséquences d'une fuite accidentelle d'ammoniac. Or cette prise en compte n'est pas toujours aisée car la présence de nombreux obstacles dans cet espace clos (murs, tuyauteries, équipements...) peut perturber de façon importante la dispersion de l'ammoniac. Depuis plus de quinze ans, l'INERIS mène des travaux expérimentaux sur l'ammoniac liquide sous pression ; certains essais ont montré qu'il était possible de « piéger » une partie importante du rejet sous forme de flaque au pied d'un obstacle.

La campagne d'essais à moyenne échelle sur les rejets d'ammoniac réalisée en 2010-2011 par l'Institut, dans le cadre de son programme d'appui au Ministère de l'Ecologie, se veut « paramétrique ». Son objectif est double :

- améliorer nos connaissances sur le comportement d'un rejet d'ammoniac gazeux ou liquide sous pression en milieu fermé et ventilé, en identifiant dans un premier temps les paramètres qui influencent le phénomène.
- établir des données expérimentales de référence sur le sujet permettant de mettre à l'épreuve les modèles numériques utilisés pour prédire les conséquences de scénarii accidentels.

Si ces modèles s'avèrent pertinents, leur utilisation à l'échelle réelle pourra alors être envisagée. Une nouvelle campagne, à laquelle les industriels sont invités à participer, est d'ores et déjà planifiée par l'INERIS afin de vérifier que les enseignements tirés de cette première série d'essais sont applicables à grande échelle.

² *Alternatives to HCFCs in the refrigeration and air conditioning sector. Practical guidelines and case studies for equipment conversion, retrofit and replacement.* PNUE/Swedish Environmental Protection Agency, 2010.

Premiers résultats de la campagne sur les rejets d'ammoniac : l'intérêt du phénomène de « piégeage » pour la sécurité

Les équipes de l'INERIS ont étudié les rejets d'ammoniac en milieu confiné dans le cadre de leur programme d'expertise pour le compte du Ministère chargé de l'Ecologie, dont un des volets porte sur l'évaluation des phénomènes dangereux (incendie, explosion, dispersion de toxiques) et de leurs conséquences, en lien étroit avec les besoins exprimés par les industriels.

Le dispositif expérimental a été conçu de telle sorte qu'il reproduise au mieux les conditions pouvant être rencontrées, en cas de situation accidentelle, dans une installation frigorifique fonctionnant à l'ammoniac. En effet, ce dispositif permet notamment de simuler des fuites purement gazeuse ou diphasique (présence de gouttelettes en suspension dans le gaz environnant), d'étudier le comportement de la fuite lors de l'impact sur du bardage métallique (tôle) ou du béton et d'évaluer l'influence d'une ventilation forcée sur les concentrations atteintes dans le local.

Durant les essais, l'ammoniac était stocké sous forme liquéfiée sous pression³ : c'est le mode de stockage privilégié par les utilisateurs par rapport au stockage sous forme cryogénique⁴. De plus, par le biais de précédents programmes d'étude, l'Institut dispose d'une bonne maîtrise expérimentale sur les rejets de gaz liquéfiés sous pression (propane, butane, ammoniac, CO₂...), dont le processus met en jeu des phénomènes physiques multiples.

Un dispositif d'essais permettant de faire varier de multiples paramètres

La campagne d'essais a été conduite sur le site de l'INERIS à Verneuil-en-Halatte (Oise). Les simulations de fuite ont été effectuées dans une chambre d'essais de 80 m³.



³ L'ammoniac est stocké à température ambiante ou proche de 0°C (pour les stockages dits « réfrigérés ») mais sous pression (environ 9 bar à 20°C, 4 bar à 0°C).

⁴ L'ammoniac est maintenu en deçà de son point d'ébullition (-33°C) mais à pression atmosphérique ambiante. Il est donc nécessaire d'assurer une température basse en permanence au moyen d'une installation frigorifique et de recourir à une enceinte calorifugée.

L'ammoniac est stocké sous sa pression de vapeur saturante⁵, donc à la fois sous forme liquide et gazeuse, dans une bouteille située dans un local contigu à la chambre d'essais. Le système expérimental rend possible les rejets gazeux, diphasiques, ou diphasiques sous pression (grâce à l'injection d'azote pour comprimer la partie gazeuse présente dans la bouteille et augmenter ainsi le débit).

Du local de stockage jusqu'à la chambre, l'ammoniac circule dans une canalisation en acier inoxydable (2 m de long et 4 mm de diamètre interne) jusqu'à une vanne de rejet pilotée à distance. Dans le cadre de ce programme d'essais, la durée de chaque fuite a été fixée généralement à 500 secondes. Concernant l'obstacle, deux types de matériau entrant souvent dans la fabrication d'une salle des machines ont été étudiés : une paroi en béton de 2x2 m et une plaque de tôle inoxydable de même dimension. L'obstacle est situé à la perpendiculaire du point de rejet ; un bac de rétention est placé en dessous de l'obstacle pour recueillir le NH₃ liquide éventuellement piégé.

La bouteille d'ammoniac et la tuyauterie sont équipées de capteurs de pression et de température ; de plus, l'ensemble de la chambre est instrumenté au moyen de 7 capteurs de gaz situés à deux hauteurs différentes. 15 à 20 thermocouples sont installés sur l'obstacle et une dizaine dans le bac de rétention pour pouvoir établir un lien éventuel entre le comportement thermique de la paroi impactée par le jet et la quantité de NH₃ piégée dans la rétention. Trois caméras placées sous différents angles et une caméra thermique enregistrent chaque essai.

Au total, une vingtaine d'essais a été menée en faisant varier plusieurs paramètres : le type de rejets (gazeux ou diphasique) ; la nature de l'obstacle (paroi en béton ou plaque de tôle) ; le débit de fuite (pression dans la bouteille variant de 5 à 12 bar environ) ; le diamètre de l'orifice de rejet (1 ou 4 mm), le débit d'extraction de l'air de la chambre (500 à 2 000 m³/heure) ; la distance entre le point de rejet et l'obstacle (25 cm, 50 cm ou 1 m pour la plaque de tôle ; 1 m pour la paroi en béton).

Les premiers résultats : le phénomène de « piégeage » confirmé sous certaines conditions

Une première analyse des résultats expérimentaux montre que seuls les rejets diphasiques impactant un obstacle conduisent à la formation d'une flaque au sol. Par ailleurs, pour un même débit de fuite, plus l'obstacle est éloigné de l'orifice de fuite, moins on piège d'ammoniac. Ainsi, dans les conditions d'essais, on a piégé 3 fois plus d'ammoniac dans la rétention lorsque la tôle inoxydable est rapprochée de 1 m à 50 cm de l'orifice.

Le type d'obstacle joue aussi un rôle important : dans les mêmes conditions de fuite, la tôle inoxydable placée à 1 m de l'orifice conduit à la formation d'une flaque de 1 kg environ et la plaque en béton située à la même distance à une flaque d'une centaine de grammes seulement. Une bonne caractérisation du comportement thermique de l'obstacle lors de l'impact d'un jet diphasique paraît donc essentielle pour prédire au mieux la masse piégée.

Par rapport aux installations de réfrigération fonctionnant à l'ammoniac, ces premières observations demanderaient à être approfondies par une réflexion conjointe avec les industriels, afin de déterminer à quelles applications pratiques elles pourraient contribuer en termes de sécurité : intérêt de l'utilisation de bardage métallique dans les salles de machines pour optimiser le phénomène de piégeage ; positionnement des canalisations pour piéger la plus grande quantité possible d'ammoniac en cas de rupture de tuyauterie...

Ces premiers éléments d'informations sont également applicables à d'autres gaz liquéfiés sous pression et à d'autres types d'installations. Par exemple, dans le cas de réservoir de stockage de gaz liquéfié sous pression (type GPL, propane, butane...) placé au milieu d'un site industriel, la prise en compte du phénomène de piégeage dans les modèles prédictifs pourrait permettre de mieux calculer les distances d'effets d'une fuite potentielle (rupture de piquage, etc.) et d'adapter les dispositifs de sécurité en conséquence.

⁵ La pression de vapeur saturante (P_{sat}) est la pression à laquelle la phase gazeuse d'une substance est en équilibre avec sa phase liquide ou solide. La P_{sat} dépend de la température. Si le niveau de pression de la substance augmente et se trouve supérieur à la P_{sat} , s'opère un changement d'état de la phase gazeuse vers la phase liquide ou solide (liquéfaction ou condensation). Si le niveau de pression diminue et se trouve inférieur à la P_{sat} , la substance passe de la phase liquide ou solide à la phase gazeuse (vaporisation).

L'expertise de l'INERIS

sur les risques liés à l'ammoniac

L'ammoniac (NH_3) est employé dans la fabrication d'engrais, dans l'industrie pétrolière, dans le traitement des métaux, les systèmes réfrigérants, l'industrie textile, l'industrie du papier, les produits d'entretien. Son utilisation courante dans l'industrie a conduit l'INERIS à s'intéresser particulièrement à cette substance, en appui des industriels et de l'Etat, afin de mieux appréhender les risques liés à son utilisation.

Les risques liés à l'ammoniac : toxicité et explosivité

L'ammoniac est toxique par inhalation (lésions caustiques des muqueuses, ulcérations des tissus, œdème pulmonaire) ; il provoque des brûlures aux yeux, à la peau et au système respiratoire. En cas d'accident, le seuil des effets irréversibles est atteint en 3 mn à une concentration de 1 000 ppm et le seuil des effets létaux en 30 mn à une concentration d'environ 5 000 ppm. Les valeurs limites d'exposition professionnelle imposées par le Code du Travail sont de 10 ppm sur une journée de travail (8h) et 20 ppm pour une exposition ponctuelle brève.

Inflammable, l'ammoniac peut former des mélanges explosifs avec l'air (lorsqu'il représente 15 à 28% du volume total d'une atmosphère). L'ammoniac présente aussi des risques compte tenu de sa forte réactivité en présence d'autres composés. Il réagit violemment et peut être à l'origine d'incendies ou d'explosions lorsqu'il est en contact avec des substances comme le mercure, les halogènes (fluor, chlore, brome, iode), le calcium, l'or, l'argent et plus généralement de nombreux acides, oxydes et peroxydes.

En présence d'humidité, l'ammoniac est très corrosif (sur le cuivre notamment, le zinc, les alliages de métaux). Certaines catégories de plastiques, caoutchoucs, revêtements peuvent être attaqués par le NH_3 liquide. Il se dissout dans l'eau en dégageant de la chaleur pour former de l'ammoniaque (NH_4OH).

Travaux de recherche expérimentale

Les premières expérimentations de dispersion d'ammoniac menées par l'Institut datent de 1995 pour des rejets en milieu fermé et de 1997-1998 pour des rejets massifs à l'air libre.

Concernant cette dernière campagne, quinze essais ont été réalisés, avec la collaboration de six industriels, sur le terrain d'expérimentation extérieur du CEA-CESTA⁶ dans la région bordelaise. Plusieurs paramètres ont été évalués : le type de rejets (ammoniac gazeux ou liquide) ; le débit de rejet (taille de l'orifice de fuite) ; la présence d'obstacles à proximité (rejet orienté vers un mur ou vers le sol, à 1 ou 3 m du point de rejet) ; l'influence d'un rideau d'eau ; la présence d'une bride au travers de laquelle passe le rejet. En présence d'un mur, les concentrations d'ammoniac dans l'air, à proximité du point de rejet, sont inférieures de moitié aux concentrations mesurées quand les rejets ne rencontrent aucun obstacle. Cela s'explique par l'effet de « piégeage » du NH_3 sous forme liquide (gouttelettes sur la surface du mur) et par l'augmentation de la turbulence du panache provoquée par le contournement de l'obstacle. Dans les conditions d'essais, lorsque l'ammoniac impacte le sol, 60% de la masse totale du NH_3 est « piégée » puis recueillie dans une rétention, la flaque ainsi obtenue ne s'évaporant pas facilement.

Par ailleurs, l'Institut a réalisé en 2006-2007 des tests d'évaluation de dispositifs de sécurité (détecteurs de gaz et de chaleur, enceinte béton avec système de ventilation et cheminée, laveur, sprinkler) en milieu semi-confiné. Ces tests ont éprouvé la capacité de ces « barrières de sécurité » à détecter une fuite de NH_3 occasionnée par la corrosion, la contenir, l'absorber et la rejeter suffisamment diluée dans l'atmosphère extérieure pour ne plus présenter de risque toxique.

⁶ Centre d'Etudes Scientifiques et Techniques d'Aquitaine.

Travaux de modélisation

L'INERIS effectue des simulations pour estimer les conséquences de scénarii accidentels impliquant l'ammoniac dans le cadre d'études de dangers (EDD) ou d'études spécifiques demandées par l'industriel. Les modélisations peuvent aussi permettre de dimensionner les installations afin d'intégrer l'aspect sécurité le plus en amont possible. Par ailleurs, les services de l'Etat ont également recours à l'expertise technique de l'Institut pour faire évoluer la réglementation.

Participation au GT NH₃

Les experts de l'Institut participent à un groupe de travail du Ministère de l'Ecologie, auquel prennent part les professionnels, sur les risques liés à l'ammoniac. Dans ce cadre, l'INERIS a réalisé en 2010 une analyse et une synthèse des bonnes pratiques à adopter pour le stockage, le chargement et le déchargement de NH₃.

L'INERIS

et l'étude des phénomènes dangereux

Depuis l'origine, l'INERIS dispose d'une expérience dans l'évaluation et la gestion des risques accidentels liés aux activités industrielles. Les compétences de ses ingénieurs et techniciens sont le fruit de la mise en œuvre de programmes de recherche et du développement d'une expertise, mise à la fois au service des exploitants d'installations à risques et des autorités publiques en charge de contrôler les exploitations. Le savoir faire étendu de l'Institut dans le domaine accidentel est réparti en quatre champs d'expertise :

- l'étude des risques physico-chimiques inhérents aux substances et aux procédés industriels,
- l'évaluation des systèmes et des équipements de sécurité,
- l'analyse globale et la gestion intégrée des risques pour une installation industrielle,
- l'étude des phénomènes dangereux et de la résistance des structures à ces phénomènes.

L'étude des phénomènes dangereux à l'INERIS a pour vocation d'accroître et de diffuser des connaissances sur les mécanismes, les effets et les conséquences d'incendie, d'explosion et de dispersion de toxiques ou de gaz inflammables. Les équipes approfondissent également les connaissances sur la vulnérabilité du bâti à l'explosion, l'incendie et aux projections. Cette activité amène l'Institut à développer et mettre à disposition des outils de modélisation numérique. Par ailleurs, les experts de l'INERIS réalisent des essais à petite, moyenne et grande échelle, et proposent une ingénierie d'essai et la conception de dispositifs d'expérimentation sur mesure pour des essais industriels. Le savoir faire de l'Institut le conduit également, sur les questions relatives aux phénomènes dangereux, à participer à des études réglementaires (étude de dangers...) et à intervenir comme tiers-expert pour le compte des pouvoirs publics.

Les risques d'explosion et de dispersion de gaz toxiques ou inflammables

Les accidents industriels de ces vingt dernières années, en particulier celui de l'usine AZF à Toulouse en 2001, ont placé les besoins de sécurité au cœur des préoccupations, aussi bien des industriels que des pouvoirs publics. D'un point de vue scientifique, il reste encore de nombreux champs de recherche à explorer pour disposer d'une compréhension des mécanismes d'explosion et de dispersion suffisante pour être utilisable sur le terrain, dans des méthodes de prédiction. Ces recherches sont fondamentales pour la maîtrise des accidents industriels mais aussi dans l'accompagnement de l'innovation technologique durable (hydrogène comme vecteur d'énergie, nanotechnologies, captage-transport-stockage du CO₂...).

Dans cette optique, les équipes de l'INERIS étudient de nombreux phénomènes explosifs : explosions chimiques de produits solides (détonation), de gaz (Vapour Cloud Explosion –VCE) ou de poussières ; explosions physiques (changement de phase) ; explosion de gaz liquéfiés (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion –BLEVE) ; explosion de vapeurs ; auto-emballements.

Les thématiques sur lesquelles portent les recherches des spécialistes de l'Institut incluent l'analyse du processus de formation d'un nuage explosif (à l'air libre ou en milieu confiné) ; l'étude de la propagation de flammes en milieu industriel ; l'exploration des mécanismes d'amorçage d'une explosion (sources d'inflammation et degré d'inflammabilité) ; l'observation des processus de production de pression et de projection par les phénomènes explosifs. L'INERIS poursuit également des travaux sur les nouvelles techniques de mesure (concentrations de gaz et turbulence) ainsi que sur les moyens de protection et de prévention.

En complément, l'Institut s'intéresse aux phénomènes de dispersion atmosphérique de substances toxiques, dans le cas par exemple d'une rupture de canalisation ou de dégagement de fumées dues à une combustion. Ses experts étudient tous les aspects du phénomène de libération accidentelle d'un produit dans l'atmosphère : « terme source » (caractérisation et quantification du rejet), mécanismes physiques en jeu dans la dispersion, interactions dans le champ proche (moins d'1km de la source) avec d'autres phénomènes (conditions atmosphériques, obstacles, confinements...).

Les axes de recherche récents de l'Institut portent, entre autres, sur les outils de prédiction des effets d'une explosion. Le projet EXPRES, en collaboration avec le CNES, les universités de Poitiers et de Bourges, l'Institut Fraunhofer, Fike et Gexcon, a ainsi permis d'évaluer la pertinence et les limites de modèles numériques dans la simulation de la propagation de flammes consécutive à une explosion. Les équipes de l'INERIS travaillent également sur les risques explosifs liés à l'hydrogène comme vecteur d'énergie, par exemple sur les situations de fuite propres à l'usage de ce gaz dans les applications automobiles, dans le cadre des projets DRIVE coordonné par l'INERIS puis DIMITRHY coordonné par le CEA et avec la participation de PSA, de l'IRPHE, d'Hélion et d'Air Liquide.

La sécurité incendie et la résistance des structures

Activité « historique » de l'INERIS, l'étude des risques incendie englobe tous les aspects relatifs à la sécurité des structures et des individus vis-à-vis de ce type de phénomène. A partir de l'étude du « terme source », les experts de l'Institut étudient les effets thermiques (comportement des structures au feu, rayonnement dans l'environnement) et les risques liés aux fumées (stratégies de désenfumage et de ventilation, d'évacuation des personnes...).

Plusieurs phénomènes d'incendie font l'objet de recherche à l'INERIS : feux en milieu confinés (stockage, tunnels...) ; jets enflammés ; *boil-over* ; feu de solides ; feu de nappes.

Récemment, les équipes de l'INERIS ont ainsi travaillé sur la prévention du risque d'incendie au sein des plates-formes logistiques avec le projet FLUMILOG, en partenariat avec Afilog, le CNPP, le CTICM et GSE. Sa vocation : mieux connaître l'impact des flux thermiques lors d'un incendie d'entrepôt et développer une méthode calcul de référence des effets d'un incendie. Cette méthode permet d'adapter au mieux les dimensions des infrastructures, d'ajuster le dispositif d'écrans thermiques, de déterminer avec exactitude la distance de sécurité à respecter autour des installations. Le volet expérimental de FLUMILOG a notamment donné l'occasion d'effectuer une campagne d'essais à grande échelle sur un entrepôt de 860 m² et 12 m de hauteur pour mesurer les flux thermiques et observer le comportement des flammes.

La sécurité des transports souterrains est également un thème d'étude de l'Institut. Le programme EGSISTES, coordonné par l'INERIS et qui réunit le CEA, le Laboratoire de Mécanique et Energétique de l'Université de Valenciennes, la RATP et EGIS Tunnels a par exemple permis d'analyser la dispersion des fumées en milieu confiné. L'Institut a étudié, par le biais de modèles numériques et d'essais expérimentaux à échelle 1/3, l'influence d'éléments perturbateurs (présence de véhicules dans un tunnel, type de ventilation utilisé) sur la stratification des fumées. Par le biais d'EGSISTES, les stratégies d'intervention et la pertinence des systèmes de sécurité (ventilation) en cas d'incendie en tunnel routier ont ainsi été évaluées.

L'étude de la résistance des structures aux agressions comprend l'analyse de la réponse des structures à l'explosion, l'incendie, les projections, les séismes et les vagues. Ces travaux nécessitent l'analyse de la résistance des matériaux et de la conception des structures, la prise en compte des aspects dynamiques des phénomènes et l'examen du processus d'effondrement des structures. En collaboration avec le laboratoire de mécanique de l'Université de Marne-la-Vallée, les équipes ont notamment travaillé, à travers le projet IMFRA, sur l'impact de fragments sur une structure en tenant compte de « l'effet domino ». Le projet VULCAIN, démarré en 2008 pour trois ans, a également permis d'élaborer des modèles innovants pour l'étude du comportement des réservoirs à l'impact et à l'explosion.

L'INERIS en bref

20 ans d'existence et 60 ans d'expérience : un expert héritier d'un savoir-faire issu des secteurs des mines, de l'énergie et de la chimie.

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Il mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention. Ses compétences scientifiques et techniques sont mises à la disposition des pouvoirs publics, des entreprises et des collectivités locales afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale.

L'INERIS, établissement public à caractère industriel et commercial placé sous la tutelle du ministère chargé de l'Ecologie, a été créé en 1990. Il est né d'une restructuration du Centre de Recherche des Charbonnages de France (CERCHAR) et de l'Institut de Recherche Chimique Appliquée (IRCHA), et bénéficie d'un héritage de plus de 60 ans de recherche et d'expertise reconnues.

- Un effectif total de 587 personnes dont 341 ingénieurs et chercheurs.
- 40 spécialistes des géosciences basés à Nancy dans le cadre d'activités de recherche et d'expertise sur les risques liés à l'Après-Mine.
- Un siège dans l'Oise, à Verneuil-en-Halatte : 50 hectares, dont 25 utilisés pour des plates-formes d'essais, 25 000 m² de laboratoires.

Domaines de compétence :	Activité (quelques chiffres) :
<ul style="list-style-type: none">▪ Risques accidentels : sites Seveso, TMD, GHS, malveillance, dispositifs technologiques de sécurité.▪ Risques chroniques : pollution de l'eau et de l'air, sols pollués, substances et produits chimiques, CEM, REACh, environnement-santé.▪ Sols et sous-sols : cavités, après-mine, émanations de gaz, filière CCS.▪ Certification, formation, outils d'aide à la gestion des risques.	<ul style="list-style-type: none">▪ Recettes : 70 M€ en 2010▪ Recherche amont et partenariale : 21 %▪ Appui aux pouvoirs publics : 61 %▪ Expertise réglementaire 18 %▪ Expertise conseil ▪ 3 M€ de CA à l'export en particulier en Europe et en Afrique méditerranéenne.

Une déontologie et une gouvernance reconnues de longue date

- Des règles de déontologie encadrent l'indépendance des avis de l'INERIS. Un comité indépendant suit l'application de ces règles et rend compte chaque année depuis 2001 directement au Conseil d'Administration.
- Un conseil scientifique et des commissions scientifiques évaluent les projets de recherche ainsi que les équipes depuis 1997. Un comité d'éthique suit les pratiques de recours et d'essais en animalerie.
- L'INERIS est certifié ISO 9001 : 2000 depuis 2001 ; plusieurs laboratoires disposent d'agréments COFRAC ou BPL.

Acteur de l'Europe de la recherche, l'INERIS s'intègre à l'Europe de l'expertise

- L'INERIS assure le secrétariat de la plate-forme European Technology Platform on Industrial Safety qui rassemble plus de 150 partenaires publics ou privés. Son succès a conduit la DG Recherche à confier à ETPIS des thématiques telles que les nanotechnologies.
- L'Institut est engagé dans plusieurs partenariats pérennes issus de projets européens : le GEIE EU-Vri avec la fondation allemande Steinbeis (plus de 100 M€ en 2006 en recherche partenariale), L-Surf Services (partenaires suédois, allemands et suisses)...

Une démarche de développement durable

Conformément au Contrat d'objectifs le liant avec son autorité de tutelle, l'INERIS a engagé une démarche de développement durable qui repose sur une recherche d'économies et de pratiques éthiques : un accord d'entreprise en faveur du travail des handicapés a ainsi été signé en septembre 2007 et un audit énergétique a été réalisé afin de veiller à une utilisation optimale des énergies.