

L'expertise de l'INERIS

sur les « NaTech »

Contact presse

Aurélie Prévot

03 44 55 63 01 / 06 20 90 03 48

Aurelie.Prevot@ineris.fr

Les « NaTech »

à la croisée des risques majeurs

L'INERIS, qui a engagé ses compétences pluridisciplinaires dans la question des NaTech depuis le début des années 2000, définit le terme « NaTech » (contraction de « naturel » et « technologique ») comme « l'impact qu'une catastrophe naturelle peut engendrer sur tout ou partie d'une installation industrielle – impact susceptible de provoquer un accident, et dont les conséquences peuvent porter atteinte, à l'extérieur de l'emprise du site industriel, aux personnes, aux biens ou à l'environnement ».

Les accidents de type NaTech ne représentent qu'une faible part de l'ensemble des accidents connus en Europe (5%) et en France (7%)¹. Toutefois, les interactions entre aléas naturels et installations industrielles font aujourd'hui l'objet d'une attention soutenue compte tenu des conséquences du changement climatique, qui a pour effet reconnu une fréquence accrue des phénomènes naturels extrêmes.

Comment évaluer le risque NaTech ?

Les risques dits « majeurs » se définissent comme des risques de faible fréquence mais d'une très importante gravité lorsqu'ils surviennent. Dans le domaine des risques industriels (hors nucléaire), la question des NaTech introduit une particularité : la nécessité d'étudier de façon conjointe deux catégories de risques majeurs.

- les risques naturels : séisme, inondation, foudre, feu de forêt, vent, neige et verglas, température extrême, avalanche, mouvement de terrain...
- les risques technologiques propres aux activités des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement – ICPE (et parmi elles, les établissements dits « Seveso ») : dangers principalement liés au risque chimique – explosion, incendie, dispersion de gaz toxiques, pollutions des milieux.

L'évaluation du risque NaTech mobilise ainsi les connaissances de plusieurs disciplines scientifiques : géosciences, génie civil, ingénierie en sécurité industrielle. Par ailleurs, la démarche NaTech diffère de l'analyse de risques technologiques classique par ses dimensions exceptionnelles, qui exigent d'adapter les critères d'évaluation : les phénomènes accidentels engendrés par les phénomènes naturels se produisent simultanément ; ces mêmes phénomènes naturels ne perturbent pas seulement le site mais aussi tout l'environnement extérieur (voie d'accès, alimentation électrique générale...) ; les systèmes de sécurité et les dispositifs d'intervention sont la plupart du temps défaillants ; les « effets dominos » sont fréquents.

Dans ce contexte, les enseignements qu'il est possible de tirer des retours d'expérience (REX) d'accidents plus anciens sont essentiels pour développer une méthode d'analyse du risque NaTech : l'Institut a ainsi participé au REX du séisme d'Izmit en Turquie en 1999, à celui des inondations du Sud-Est de la France en 2002 (Gard) et 2003 (Bouches-du-Rhône) et à celui du séisme du Sichuan en Chine en 2008. Plus récemment, l'INERIS a participé à une mission de REX relative au séisme et au tsunami survenus en mars 2011 au Japon.

¹ Sources : base de données ARIA gérée par le Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels (BARPI) du Ministère chargé de l'Ecologie et base de données MARS sous la responsabilité du Joint Research Centre (JRC) de la Communauté Européenne.

La prévention du risque NaTech

La gestion du risque industriel repose, en France, sur une logique double : prévention/réduction des aléas et intervention en cas d'accident. Cette logique s'applique à toutes les installations industrielles dont les activités sont susceptibles de porter atteinte à la sécurité et à la santé des riverains, à l'intégrité des biens matériels ou dont les activités pourraient provoquer des pollutions ou des nuisances pour les écosystèmes. Les activités des installations dites « classées » sont réglementées et visées par les pouvoirs publics. Les ICPE doivent respecter les prescriptions définies par l'Etat et sont soumises à des contrôles réguliers. Pour les activités les plus dangereuses, les exploitants sont tenus de démontrer dans une étude de dangers qu'ils ont analysé les risques, mis en œuvre les mesures de réduction adéquates et organisé un dispositif d'intervention approprié.

Les règles fixées par le Code de l'Environnement imposent aux ICPE de tenir compte des aléas naturels dans l'évaluation des risques. L'article L.512-1 pose en effet que l'exploitant « fournit une étude de dangers qui précise les risques auxquels l'installation peut exposer, directement ou indirectement les intérêts visés à l'article 511-1² en cas d'accident, que la cause soit interne ou externe à l'installation ».

En France, trois types d'aléas naturels sont particulièrement surveillés par les pouvoirs publics lorsqu'il s'agit d'installations classées : le séisme, l'inondation et la foudre.

- La réglementation parasismique est régie par les décrets du 22 octobre 2010, qui intègrent les prescriptions du nouveau code européen de construction parasismique, l'Eurocode 8. Cette nouvelle réglementation est entrée en vigueur au 1^{er} mai 2011 accompagnée de la publication d'une nouvelle carte de zonage sismique. Les ICPE (dont les plus dangereuses sont incluses dans la catégorie des bâtiments à risque spécial), font l'objet de l'arrêté du 4 octobre 2010 modifié par l'arrêté du 24 janvier 2011. Il y est stipulé qu'une étude doit être conduite par l'exploitant pour déterminer les moyens techniques nécessaires à la protection parasismique des équipements qui pourraient provoquer des conséquences graves (effets létaux dépassant les limites du site).
- Les impacts de foudre sont également traités par l'arrêté du 4 octobre 2010, modifié par l'arrêté du 19 juillet 2011. Quatre exigences sont précisées : la réalisation d'une analyse de risque foudre, fondée sur la norme NF EN 62305-2, puis la conduite d'une étude technique sur les mesures à mettre en œuvre, et enfin l'installation et la vérification des équipements de protection prescrits par l'étude. L'INERIS vient de mettre à jour le rapport Omega 3 de formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs consacré à la « Protection contre la foudre des ICPE ».
- Les inondations ne sont pas encadrées par un texte réglementaire spécifique aux ICPE qui compléterait le Code de l'Environnement. La règle appliquée s'appuie sur les bonnes pratiques observées sur le terrain : le phénomène inondation recouvrant des réalités très diverses, la démarche d'analyse de risques doit définir au préalable un aléa de référence, ce qui permet ensuite de dimensionner les équipements de protection en conséquence. A noter, la réglementation générale sur la prévention et la gestion des inondations est en cours d'évolution avec la mise en œuvre de la directive européenne 2007/60/CE relative à l'évaluation et à la gestion des risques d'inondation.

² L'article 511-1 énumère les intérêts suivants : « commodité du voisinage ; santé, sécurité et salubrité publiques ; agriculture ; protection de la nature, de l'environnement et des paysages ; utilisation rationnelle de l'énergie ; conservation des sites et des monuments et des éléments du patrimoine archéologique ».

Mission de retour d'expérience de l'INERIS au Japon

sur l'impact du séisme et du tsunami de mars 2011

Le 11 mars 2011 un séisme d'une magnitude de 9 sur l'échelle de Richter a eu lieu au Japon. Le séisme qui a duré de deux à trois minutes, s'est produit à 32 km de profondeur au large de la côté nord-est de l'île de Honshu, provoquant un tsunami une heure après. Les vagues, allant jusqu'à 10 m de hauteur, ont inondé 561 km² de surface. 140 000 bâtiments ont été touchés dont 18 000 détruits, 1 800 routes ont été très fortement endommagées et de nombreux incendies se sont déclenchés.

Une mission REX pour améliorer la connaissance du risque NaTech

Des experts de l'INERIS ainsi que des représentants du Ministère chargé de l'Ecologie et de la DREAL Alsace se sont rendus au Japon en novembre 2011 afin d'effectuer une mission de « retour d'expérience » sur l'impact du séisme et du tsunami sur les installations chimiques à risque.

Cette mission avait pour objectif de collecter des informations plus précises sur les accidents survenus sur les sites industriels, pour mieux appréhender les conséquences du séisme et du tsunami ; d'analyser le comportement des structures industrielles à la sollicitation sismique et à l'action de l'eau.

Des échanges ont été organisés avec les représentants de l'administration centrale japonaise (METI, MLIT)³, les agences nationales (JMA, NRFID, AIST)⁴ les collectivités locales et les industriels. Par ailleurs, une attention particulière a été portée au cas de deux raffineries, situées à Sendai et à Chiba : analyse des séquences accidentelles et de leurs conséquences directes et indirectes ; étude du comportement des structures (bâtiments, équipements...) ; examen du fonctionnement des systèmes de sécurité...

Les enseignements tirés du REX Japon : le risque séisme

Même si l'INERIS a constaté que les installations industrielles ont plutôt bien résisté au séisme sur un plan global, la raffinerie de Chiba, près de Tokyo, est un cas d'étude intéressant d'accident NaTech.

Les installations de stockage de GPL ne sont pas endommagées par la 1^{ère} secousse qui se déclenche à 14h46. Lors d'une réplique quelques minutes plus tard, les pieds d'une sphère, remplie d'eau suite à une opération d'épreuve hydraulique qui a eu lieu une dizaine de jours plus tôt, sont rompus. En se couchant, la sphère endommage les tuyauteries proches, ce qui génère une fuite de butane. Le nuage ainsi créé s'enflamme ; un incendie se déclare sur la zone de stockage.

Dans le même temps, il s'avère impossible d'arrêter la fuite (vanne de coupure automatique des tuyauteries restée ouverte suite à des dysfonctionnements pneumatiques ; aucune intervention manuelle envisageable compte tenu des flux thermiques) ni de limiter l'incendie (rayonnement thermique trop important rendant le refroidissement par arrosage inopérant). Il

³ METI : Ministère de l'Economie, du Commerce et de l'Industrie ; MLIT : Ministère du Territoire, des Infrastructures, du Transport et du Tourisme.

⁴ JMA : Agence Japonaise de Météorologie ; NRFID : Institut National de Recherche sur les Incendies et les Sinistres ; AIST : Institut National des Sciences et technologies Industrielles.

en résulte 5 explosions de type BLEVE⁵, la plus importante des boules de feu atteignant 600 m de diamètre environ. L'incendie a duré 10 jours et 17 sphères de GPL ont été détruites. Six personnes ont été blessées et on a pu constater des dépôts de suies et des vitres brisées sur les voitures et maisons environnantes.

L'analyse de la séquence accidentelle permet d'envisager plusieurs axes d'amélioration de la sécurité :

- Augmenter les distances entre les sphères et renforcer la résistance de leur socle
- Etablir des procédures spécifiques pour la conduite d'épreuves hydrauliques sur un réservoir de GPL : lors d'une épreuve, bien isoler le réservoir, couper l'alimentation en gaz des tuyauteries à proximité et vidanger le réservoir rapidement une fois l'épreuve achevée
- Mettre en place des dispositifs autonomes d'isolement des installations entre elles
- Améliorer la conception des tuyauteries pour diminuer leur rigidité

Les enseignements tirés du REX Japon : le risque inondation

La raffinerie de Sendai a été particulièrement touchée par le tsunami, qui s'est produit vers 15h50 et a occasionné une montée d'eau de 2,5 à 3 m. Le passage du tsunami est à l'origine d'un incendie qui se déclenche en soirée, au moment du retrait de la vague. Les canalisations endommagées libèrent des produits qui s'enflamment rapidement au contact des étincelles vraisemblablement produites par les chocs entre objets métalliques alentours (débris, éléments de structures...). Les vannes automatiques des tuyauteries n'ont pas fonctionné à la suite de la perte d'électricité provoquée par les premières secousses sismiques ; la fermeture manuelle des vannes s'avère impossible en l'absence persistante d'électricité et compte tenu des flux thermiques. L'incendie a duré 5 jours et il a complètement détruit un parc de stockage. Par ailleurs, le tsunami a occasionné des fuites de fioul lourd qui ont nécessité la mise en œuvre de travaux de dépollution dans les cuvettes de rétention de certains stockages.

L'étude de l'accident a apporté des éléments d'information sur le comportement des structures industrielles soumises à un effet de vague : d'importants dégâts ont été observés sur les structures légères (réservoirs de 2 000 m³), alors que les structures plus lourdes ont mieux résisté (bacs de stockage de 10 000 m³) même lorsqu'elles étaient vides. La terre autour des bacs ayant été emportée, des réservoirs ont été retrouvés en position inclinés, voire ont été déplacés. Certains toits de réservoirs ont été endommagés. L'étude a également mis en lumière l'importance de prendre en considération, dans l'analyse de risques, le comportement d'objets flottants et les conséquences de leur impact.

L'analyse a enfin fait ressortir plusieurs points importants de conception bâtementaire, à prendre en compte dans le réaménagement du site pour éviter que l'eau n'atteigne les installations :

- Installation d'une nouvelle zone d'expédition par camions-citernes protégée par les bacs les plus lourds, en zone surélevée et le plus loin de la mer
- Déplacement en hauteur des équipements électriques et également de tous les équipements de pilotage du process et d'instrumentation
- Construction d'un nouvel accès au site pour faciliter l'intervention des secours

⁵ Boiling Liquid Expanding Vapour Cloud.

Les travaux de l'INERIS

dans le domaine des « NaTech »

La complexité du risque NaTech nécessite une approche pluridisciplinaire que l'INERIS est à même de mobiliser. Ses équipes disposent ainsi de compétences en géosciences, dans l'étude de la résistance des structures aux impacts et dans l'analyse de risque industriel.

La question des NaTech se traite, en outre, dans un cadre dépassant le cadre national : l'Institut bénéficie ainsi des échanges qu'il développe au plan international au travers de ses missions de retour d'expérience (Turquie en 1999, Chine en 2008) ; l'INERIS participe depuis 2009 au groupe de travail de l'OCDE sur les NaTech.

Les recommandations de l'INERIS sur le risque inondation

L'INERIS travaille à l'actualisation du « Guide pour la prise en compte du risque inondation » élaboré en 2004, dont la nouvelle version est prévue dans le courant de l'année 2013. La méthodologie en trois étapes développée par l'Institut dans ce guide sert de socle à l'analyse du risque inondation :

- La première étape, spécifique aux NaTech, requiert la caractérisation de l'aléa de référence, parmi les divers types d'aléas que recouvre la notion de « risque inondation » : crues de cours d'eau, submersions marines (tsunami, tempête), remontée de nappes phréatiques, ruissellement de pluies, défaillance d'ouvrages hydrauliques.
- La seconde étape consiste à réaliser une analyse préliminaire des risques du site (identification des zones impactées, identification des installations touchées, identification des phénomènes dangereux) qui conduit à la construction de séquences accidentelles (scénarios d'accident). Les deux paramètres importants à considérer pour le phénomène inondation sont la hauteur et la vitesse de l'eau.
- La troisième étape aboutit à une étude détaillée de réduction des risques ; cette étude examine les barrières de sécurité (ou mesures de maîtrise des risques) à mettre en place ; elle insiste sur l'attention particulière à porter à l'évaluation de leurs performances.

L'élaboration du guide a conduit à une réflexion sur les barrières de sécurité propres à ce type de risque NaTech. Lors d'une inondation, la simultanéité des événements contraint à traiter les barrières d'un point de vue systémique et non de manière segmentée, comme dans le cas d'une analyse de risque classique où les barrières sont étudiées séquence accidentelle par séquence accidentelle. Ces observations font ressortir l'importance cruciale de réaliser un plan d'intervention inondation, qui donne une vision coordonnée des moyens de prévention et de protection. Les principaux moyens répertoriés sont :

- Ancrage des équipements
- Construction de digues, murs provisoire autour des équipements
- Obturation des ouvertures de bâtiments
- Remplissage des réservoirs (aériens et enterrés) pour éviter leur soulèvement
- Déplacements hors du site ou dans une partie non inondable du site d'éléments susceptibles d'être emportés par l'eau ou de flotter (véhicules, conteneurs...)
- Mise en sécurité des installations (arrêt de production, interruption de transfert de produits...)

L'implication de l'INERIS dans l'élaboration de la réglementation parasismique

L'INERIS est en mesure d'analyser le comportement des équipements sous sollicitation sismique et de proposer des mesures de renforcement ou d'adapter les moyens de protection. Grâce à ces compétences, l'Institut est partie prenante de la réflexion nationale pilotée par l'Association Française de Génie Parasismique afin d'aider les industriels à mettre en œuvre la nouvelle réglementation parasismique applicable à certaines installations classées.

Les experts de l'Institut contribuent à la réalisation d'un guide méthodologique générale de prise en compte du risque sismique et de plusieurs guides techniques particuliers. Ces guides spécifiques traitent des équipements type dont la tenue au séisme est exigée par la réglementation :

- « Réservoirs atmosphériques »
- « Tuyauterie-Robinetterie »
- « Instrumentation sismique »
- « Equipements de process »
- « Structures support des équipements »
- Cas pratiques

Ces guides permettront aux industriels de pouvoir réaliser le diagnostic de tenue au séisme de leurs équipements et d'identifier les travaux permettant d'assurer une protection adéquate.

L'INERIS utilise également les connaissances acquises sur la tenue aux séismes et aux tsunamis pour enrichir ses compétences sur la tenue à l'explosion. L'Institut utilise les meilleurs modèles numériques sur la résistance sismique et les transpose à l'explosion. Il qualifie les meilleurs matériaux de protection (fibres de carbone, matériaux amortissants) adaptés pour le risque sismique, le risque inondation et le risque explosion. Il travaille en collaboration avec des concepteurs de moyens de protection pour réaliser des solutions adaptables dans les trois cas de figure, qui peuvent être validées par des campagnes d'essais expérimentaux.

Perspectives de recherche : le projet INTERNATECH

Dans le cadre du projet européen INTeg-Risk consacré à l'analyse et à la gestion des risques émergents, l'INERIS coordonne le chantier relatif aux NaTech. En 2010, le projet a conduit à la réalisation, avec la collaboration du JRC, d'EU-VRi et de Conprici⁶, d'un « guide de bonnes pratiques » détaillant les moyens de prévention, de protection et d'intervention sur les sites industriels. Une comparaison des modèles de réponse d'équipements à la sollicitation sismique a également été effectuée à cette occasion. Des études de cas ont été réalisées en partenariat avec des sites industriels, en France (raffinerie) et en Italie (pétrochimie).

Le projet INTERNATECH lancé en juillet 2011 est en lien avec les travaux d'INTeg-Risk. Ce projet, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR) et la Japan Science and Technology Agency (JST), est piloté par l'INERIS et réalisé en collaboration avec l'Advanced Industrial Science Technology (AIST) japonais, le Laboratoire de Modélisation et Simulation Multi Echelle (MSME) de l'Université de Marne-la-Vallée Paris Est, la société Phimeca.

Il vise à appliquer la méthode d'analyse de risques ERRA (Emerging Risks Representative Applications) dans le contexte de la catastrophe japonaise de mars 2011 et à modéliser le comportement structural d'équipements lors de l'impact d'un tsunami, d'un séisme et d'effets dominos associés. INTERNATECH a également pour objectif de définir un modèle économique servant à définir les coûts directs et indirects du séisme et d'évaluer les conséquences de cet événement sur la chaîne d'approvisionnement.

⁶ EU-VRi : European Virtual Institute for Integrated Risk, Groupement Européen d'Intérêts Economiques (GEIE) dont l'INERIS et la fondation allemande Steinbeis sont parties prenantes. Conprici : Consorzio Nazionale per la Protezione del Rischio Chimico-Industriale, consortium qui fédère les universités de Rome, Bologne, Pise, Naples et Messine.

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 588 personnes dont 352 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 : 72 M€ en 2011▪ 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 et 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'agrèments 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.