

édito

sommaire

- **Edito** p.1
- **Les études multipartenaires IMdR** p.2
- **Les journées de l'IMdR** p.4
- **Envirorisk 2016** p.7
- **Nos lectures** p.7
- **Parutions** p.8

Dans ce numéro, André Lannoy nous propose un intéressant regard historique sur les Groupes de travail et de réflexion (GTR) et les projets menés dans le cadre de l'IMdR, pour, en conclusion, donner des pistes sur des sujets à traiter - véritable appel à idées.

Des idées, la journée du 2 juin « Nouvelles méthodes pour la gestion des incertitudes dans les études de sûreté de fonctionnement et d'analyse de risque » (co-organisée par l'AFM, l'IMdR et Rufereq) n'en manquait pas. Elle a montré l'importance croissante des concepts probalistes encore trop peu connus des ingénieurs français ; les rapporteurs résumant la journée par une formule « Ce qui est certain, c'est que tout est incertain » !

La journée du 16 juin « Qu'avons appris des accidents industriels ? » avait pour objectifs de débattre des enseignements des accidents industriels, de leur diffusion et de leur prise en compte effective en sûreté/sécurité industrielle. Elle montre que ces événements rares qui bousculent les convictions présentent des points communs, que leur REX n'est pas toujours pris en compte, notamment pour les aspects organisationnels, et que si des progrès en matière de sécurité

sont effectifs, il faut prendre en compte les pressions de la production et le *turn-over* du personnel qui réduit l'apprentissage, bref capitaliser les connaissances pour construire une culture de sécurité.

Mais, à l'occasion de cette trentième lettre d'information, je souhaite vous parler de « communication ».

L'IMdR, comme toute entreprise, doit maîtriser son image; sinon d'autres la maîtriseront à sa place.

Le conseil d'administration a demandé, en avril 2013, la mise en œuvre d'une communication institutionnelle. Appelé à

cette fin, j'ai d'abord souhaité disposer d'une commission communication dynamique et active. De nature scientifique, notre communication s'adresse aux membres IMdR, aux décideurs d'entreprises, aux universitaires et aux institutionnels. Elle vise ensuite certains médias spécialisés. Son objectif principal est de valoriser autant que faire se peut les manifestations et les nombreux travaux de l'institut : rapports de projets et groupes de travail, communications des congrès, documents présentés lors de manifestations thématiques, etc.

Parmi les principales actions réalisées, la rénovation de la charte graphique, la communication du congrès $\lambda\mu 19$, la rénovation du site www.imdr.eu, les contacts avec des médias spécialisés, la réalisation de sketches vidéos en amont des Entretiens du risque 2015, les contacts établis avec des acteurs institutionnels...

Beaucoup reste à faire : mieux associer les décideurs de l'administration publique, accroître nos publications, mieux pénétrer le monde académique, consolider notre image auprès des décideurs, y compris ceux des entreprises membres.

Dans tous ces domaines, pour toutes ces actions, je compte sur vous ! Si la maîtrise des risques dans l'entreprise est une activité fondamentale, le nombre d'experts qui diffusent les bonnes pratiques est faible. Pour cette raison, vous devez « assiéger » vos directions de communication interne et toutes les entités susceptibles de démultiplier votre effort en leur offrant « une matière à penser stratégique » ! Nos lettres d'information vous en offrent l'opportunité. Enfin, j'espère que vous nous aiderez à promouvoir le congrès $\lambda\mu 20$ prévu du 11 au 13 octobre 2016 à Saint-Malo, terre de corsaires qui, pour s'enrichir, savaient évaluer les risques !

Denis MARTY

Chargé de communication IMdR



les projets à l'IMdR : regard d'aujourd'hui, vers le futur

Voilà maintenant plus de 25 ans que l'IMdR et son prédécesseur l'ISdF existent (fondation en 1989, après le congrès $\lambda\mu 6$ à Strasbourg en 1988), développent la maîtrise des risques et la sûreté de fonctionnement et diffusent les méthodes et les pratiques. Les objectifs n'ont pas varié en 25 ans car ils répondent bien aux besoins de la recherche comme des applications industrielles :

- orienter les activités des **groupes de travail** et de réflexion (GTR) vers des thèmes majeurs correspondant aux enjeux forts des entreprises,
- proposer des études communes (ou projets) dans le cadre de la mutualisation des besoins et des efforts, favorisant les échanges : études de R&D, développement et diffusion de connaissances, au travers de sensibilisations ou de journées d'études.

Ce double objectif explique bien l'organisation bicéphale de l'IMdR, à la fois société savante et coopérative, et qui a perduré pendant ce quart de siècle. Plusieurs périodes caractérisent ces 25 ans :

Dans *une première période de 1989 à 1997* approximativement, la recherche et les applications industrielles sont majoritairement orientées vers les enjeux de la *maintenance* : développement du processus RCM (*Reliability Centered Maintenance*), applications à des systèmes importants pour la sûreté ou la production, intégration de la maintenance dès la phase de conception, structuration des bases de retour d'expérience pour les enjeux de maintenance et de maintenabilité, définition et analyse du soutien logistique, premiers développements des méthodes multicritères pour l'aide à la décision... « Toujours aussi bien, voire mieux et toujours moins cher », tel est le leitmotiv des managers de cette époque.

La *seconde période* est tournée vers la gestion du cycle de vie (LCM, *Life Cycle Management*). Elle court des *années 1997-1998 à 2007-2008*. Les investissements deviennent plus rares, les entreprises s'inquiètent de la maîtrise du vieillissement, de la prolongation d'exploitation, de l'amortissement de leurs actifs industriels. On commence à analyser la dégradation (pas seulement celle engendrée par un phénomène physique mais aussi la dégradation du comportement humain, de l'organisation), à estimer l'intégrité et la sûreté des structures, à étendre la durée de vie avec des enjeux de sûreté (améliorer la sûreté) et des enjeux de disponibilité (augmenter les possibilités de production). C'est l'arrivée des premières démarches de gestion des actifs industriels (*asset management*). La transition à l'an 2000 se révèle un succès de l'utilisation des méthodes de la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement.

La *troisième période* commence *vers 2007-2008* et elle n'est pas achevée en 2015. La prise de conscience de cette période commence après l'effondrement du pont de Minneapolis en août 2007 qui montre que la maîtrise du vieillissement des structures et le manque de ressources financières vont devenir un problème majeur pour le futur. En outre, dans le monde, dans les mêmes années, on assiste à des désastres

économiques, environnementaux et technologiques (le 11 septembre 2001, le tsunami de 2004, la crise des *sub-primes* en 2008, le séisme de Haïti, *Deep Water Horizon* et Xynthia en 2010, Fukushima en 2011, Lac-Mégantic en 2013, Germanwings et Tianjin en 2015). On assiste à un *retour des enjeux de sécurité / sûreté*, mais plus avec le même esprit. Il ne s'agit plus de démontrer la sûreté comme lors des années 1980, il s'agit aujourd'hui de maintenir et surtout d'améliorer (d'une « décade » au moins) la sûreté, voire de supprimer les activités à risque. C'est le retour des peurs, l'aversion au risque ; le public veut plus de sécurité, plus de protection, il devient beaucoup plus exigeant vis-à-vis des industriels, des autorités de sûreté, des politiques. Les principales avancées concernent l'analyse accidentologique, les signaux faibles, les facteurs humain et organisationnel, les indicateurs de sécurité/sûreté,... mais aussi le *big data*, les probabilités d'évènements rares, les modélisations physico-fiabilistes, l'analyse de risque, les calculs de conséquences, la gestion de crise.

Les quelques 100 projets réalisés par l'IMdR depuis 1989 (dont trois projets européens) ont contribué à ces différents enjeux, en réalisant des bibliographies, des pré-études, en développant des méthodes, en appliquant ces méthodes à des cas réels ou simulés. Ces projets ont été réalisés par des consultants, des industriels ou des universitaires et même souvent par des équipes mixtes, après une analyse rigoureuse de leurs propositions de réalisation.

Cet effort de 25 ans doit être poursuivi, l'apport technique est important, les coûts de développement sont réduits grâce à la mutualisation ; le retour d'expérience nous montre qu'une autre retombée importante, non soupçonnée au tout départ, est l'échange entre souscripteurs et prestataires, finalement un *benchmarking* des pratiques. Aujourd'hui les projets sont une part importante du renom et du bilan financier de l'IMdR. Les GTR sont les plus proches des problèmes industriels, dans leur thème de travail, et ils sont donc mieux positionnés pour préparer des idées de projet et aussi pour souscrire à un projet et le réaliser. Chaque GTR, expert dans son thème de travail, a certainement des pistes de développement.

En vrac, dans une liste à la Prévert, voici quelques thèmes, simplement cités, qui nous semblent couvrir des pistes de développement à court terme :

- l'acquisition et le traitement des données HUMS (*Health and Usage Monitoring System*) : le cahier des charges de ce projet est en cours de rédaction (consultez au besoin Michel Giraudeau, Thalès),
- les réseaux probabilistes, encore peu utilisés à ce jour, qui permettent de gérer les incertitudes, qui peuvent s'appliquer à l'analyse de risque, à la fiabilité et à la prise en compte des incertitudes liées au facteur humain,
- les outils de traitement et d'analyse de texte libre, notamment pour l'exploitation du retour d'expérience : classification, analyse de données, recherche de signaux faibles,

- les méthodes et outils de traitement des données de retour d'expérience et d'expertise, avec la nécessaire rédaction de guides pratiques ; dans cette catégorie on peut citer le projet « *création d'un modèle FIDES pour les composants de type condensateurs à film plastique* », en cours de lancement,

- les probabilités d'évènements rares, aux risques extrêmes : nous pouvons annoncer dès à présent une journée d'étude en 2016 ; un projet est actuellement en cours : « *méthodes de traitement du risque associées aux évènements internes et aux agressions naturelles extrêmes* » ;

- les méthodes de l'analyse de risque, catégorie dans laquelle s'intègre le projet actuel « *allocation et évaluations quantitatives de sécurité / sûreté* »,

- les indicateurs de sécurité / sûreté, leur définition, leur

détermination, leur analyse,

- les modèles d'*asset management* : quels logiciels disponibles ? Quelles données nécessaires ? Quelles les difficultés rencontrées ? Les témoignages des concepteurs et utilisateurs,

- ... et bien d'autres thèmes encore, cette liste étant non exhaustive.

Les possibilités sont donc multiples. N'hésitez pas à proposer des idées et à en faire part à la commission produits, toutes les idées sont bonnes, il faut un bouillonnement de réflexion et de créativité qui ne peut être que favorable à nos entreprises et à nos universités, au progrès de nos démarches et de nos méthodes !

André LANNROY



focus sur nos projets

Les études multipartenaires - aussi appelées « projets » - constituent une activité essentielle de l'IMdR au service de ses membres et de la communauté de la maîtrise des risques. Elles portent sur des problématiques bien définies et ont pour objectif d'y apporter des réponses précises. Les entreprises qui y souscrivent conjuguent et mutualisent leurs efforts, tant d'un point de vue des investissements financiers (qui s'en trouvent ainsi amoindris) que de l'acquisition et du partage des connaissances (enrichissant à plus d'un titre).

Aux bénéfices de cette mutualisation des efforts s'ajoutent les apports du benchmarking intrinsèque à la réalisation de ces études et du partage d'expériences entre acteurs de secteurs d'activités distincts, ceci conduisant bien souvent à des transpositions bénéfiques de méthodes et pratiques, voire des innovations, d'un secteur d'activités à un autre.

À ce jour, plus d'une centaine de projets ont été réalisés, cumulant les participations de plus de 260 entreprises.

Parmi les projets récemment achevés nous citerons à titre d'exemple le projet P11-4¹ « *Etat de l'art des méthodes et outils innovants pour la modélisation des systèmes complexes* ». Il a consisté en une analyse critique et comparative d'approches innovantes - sur la base de critères spécifiques - pour modéliser et comprendre les systèmes complexes, qu'ils soient technico-organisationnels, vivants, sociétaux ou relevant d'autres systèmes (systèmes de systèmes). Le rapport peut être consulté en lecture seule à l'IMdR et une synthèse est disponible sur notre site internet. Peuvent être également cités les projets suivants précédemment achevés : P12-1 « *Détection et pertinence des signaux faibles dans le traitement du retour d'expérience* », P10-2 « *Méthodes d'évaluation de la sûreté des structures vieillissantes – Panorama et benchmarking* » ou encore P10-5 « *Méthodes d'analyse textuelle pour l'interprétation des REX humains, organisationnels et techniques* ».

Deux études sont actuellement en cours de réalisation, les études :

- P13-2² « *Méthodes de démonstration de niveaux de sûreté*

sécurité pratique » qui vise à permettre de trouver les moyens d'assurer une plus grande cohérence entre démarches de sûreté pratique et théorique en se focalisant sur les aspects quantitatifs de la démarche de sûreté pratique et les critères admissibles de sûreté ;

- P14-1³ « *Méthodes de traitement des risques associés aux évènements internes et aux agressions naturelles extrêmes* » dont l'objectif est d'étudier les différentes méthodes de traitement des risques liés aux évènements naturels extrêmes ainsi que la mise en cohérence de ces traitements avec ceux utilisés pour les évènements internes, en pointant les différences entre secteurs d'activités.

Deux autres projets sont en cours de démarrage et restent ouverts à la souscription :

- P15-1 « *Création d'un modèle FIDES pour les composants de type « condensateurs à film plastique »* » visant à étendre la couverture de la méthodologie de fiabilité prévisionnelle des composants électroniques FIDES en la dotant d'un modèle de fiabilité supplémentaire ;

- P15-2 « *Health and Usage Monitoring System (HUMS) – Health Monitoring* » qui tourne autour de l'amélioration de la testabilité des équipements (amélioration des diagnostics), des pronostics de défaillance et du monitoring des performances fonctionnelles des équipements ainsi que de leur taux d'utilisation.

D'autres études encore sont en phase de souscription, leurs fiches descriptives pouvant être consultées sur notre site internet.

John Mitchel OBAMA
Délégué Technique IMdR

¹ Souscripteurs : EDF, ENGIE, INERIS, SNCF et TOTAL ; société contractante : APSYS Airbus Group

² Souscripteurs : AREVA, CEA, CNES, DCNS, DGA, SAFRAN, MBDA et NEXTER GROUP; société contractante : SECTOR

³ Souscripteurs : ANDRA, EDF, INERIS, IRSN, RTE et TOTAL ; société contractante : EGIS

« Nouvelles méthodes pour la gestion des incertitudes dans les études de sûreté de fonctionnement et d'analyse de risque » - 2 juin 2015

Cette journée organisée par l'AFM (Association Française de Mécanique), l'IMdR et le RUFEREQ (Réseau Universitaire Francophone pour l'Enseignement En Qualité et sûreté de fonctionnement) avait pour objectif de faire un état des réflexions actuelles sur la gestion des incertitudes et de montrer que les démarches et leurs outils maintenant disponibles permettent de modéliser les incertitudes pour les applications industrielles complexes.

L'introduction de Maurice Lemaire (IFMA & Phimeca) résume l'ouvrage récemment publié « Mécanique et incertain », un ouvrage déterminant pour la modélisation des incertitudes et l'étude des risques. Il permet de situer l'incertitude dans le contexte du dimensionnement mécanique où les enjeux sont principalement ceux de la robustesse et de la fiabilité. Il précise la nature des différentes incertitudes : ambiguïté, épistémique, aléatoire et volition. Les modèles traduisent de façon simplifiée la réalité physique car il faut toujours les réduire aux paramètres importants pour pouvoir propager les incertitudes. En conclusion il affirme que l'incertitude fait partie de la réalité de la vie et que, pour produire robuste et fiable il convient d'intégrer à la fois les sciences de la modélisation (mécanique, mathématiques, probabilités,...), les sciences humaines et les techniques de décision, dans une démarche pluridisciplinaire.

Thierry Yalamas (Phimeca) recense les logiciels actuellement disponibles en ingénierie des incertitudes. Il distingue les librairies scientifiques généralistes (comme Matlab, R...), les librairies dédiées (OpenTURNS,...), les plateformes de logiciels fiabilistes et celles d'aide à la conception.

Emmanuel Ardillon (EDF R&D) montre comment on modélise l'incertitude sur l'exemple d'une pompe de centrale thermique. Il montre qu'un modèle est bon dès lors qu'il répond aux objectifs fixés. L'important n'est pas la valeur précise mais plutôt la sensibilité, les facteurs influents. Il faut généralement trouver un juste compromis entre valeurs expérimentales et robustesse du modèle. Le problème n'est-il pas d'attribuer un niveau de confiance aux résultats ?

Gaëtan Prod'homme (Ineris) présente différentes méthodologies existantes pour l'évaluation de la sûreté des structures vieillissantes, identifiées dans le cadre d'un projet IMdR : méthodologies basées sur le classement, celles basées sur la criticité ou semi-probabilistes et enfin celle basées sur la fiabilité. Leur comparaison est effectuée sur l'exemple d'un réservoir atmosphérique de pétrole brut. On observe une forte variabilité des différentes prévisions posant la question de la confiance dans les résultats obtenus.

En début d'après-midi, Mohamed Sallak (UTC) présente les théories des fonctions de croyance et des probabilités imprécises qui permettent de traiter les différents types d'incertitudes. Il distingue principalement deux types d'incertitudes : les incertitudes de données de fiabilité des composants et les incertitudes de modèles. L'exposé montre son applicabilité à la fiabilité, en présentant la modélisation du système Européen de gestion du trafic ferroviaire (ERTMS), afin de satisfaire un niveau de disponibilité exigé par les normes ferroviaires. La méthode paraît séduisante car elle semble bien adaptée au contexte d'incertitude (notamment de l'incertitude épistémique

ou l'imprécision) et peut prendre en compte des situations d'ignorance totale.

Elsa Rosner (DNV GL) aborde l'évaluation probabiliste des risques (EPR) dans le cadre d'un modèle nœud papillon. L'exemple présenté concerne la modélisation d'une efficacité de barrières en introduisant une originale porte-C dans un arbre de défaillance, les données d'entrée (taux de défaillance,...) étant incertaines.

Tu Duong Le Duy (EDF R&D) se situe également dans les EPS et examine la propagation des incertitudes avec des fonctions de croyance. Les taux de défaillance sont modélisés par des lois log-normales, les décisions sont prises à partir des fonctions de croyance. Une procédure de couplage entre le modèle EPS Risk Spectrum et les codes R a été développée. On peut penser qu'une densité de probabilité d'actualisation bayésienne aurait pu être utilisée avec profit car elle évite l'hypothèse log-normale et donne tout pouvoir aux seules données.

Enfin Christophe Simon (CRAN Nancy) présente un modèle graphique pour des analyses de risques sur des systèmes industriels. Les données d'entrée sont principalement des dires d'experts, interrogés individuellement. Le choix de la théorie de l'évidence a été fait pour l'analyse intégrée. On introduit en particulier une situation d'ignorance dans les valeurs des données. On alloue une masse de croyance à chaque nœud parent et une masse de croyance conditionnelle aux nœuds enfants. La méthode permet de hiérarchiser les risques. Des mesures de crédibilité et de plausibilité permettent l'élicitation des données d'expertise.

La journée s'est conclue par une table ronde « l'incertitude dans un contexte innovant » animée par Maurice Lemaire. Incertitude et innovation sont indissociables (Zohra Cherfi, UTC). L'approche probabiliste est un mode de raisonnement. Comment vérifier qu'on raisonne bien, que le modèle est bon ? (Eric Chojnaki, IRSN). Selon Fabien Mangeant (groupe Airbus), il n'y a que deux types d'incertitude, celle réductible et celle non réductible (unknown unknowns et known unknowns). Pour Paul Schimmerling (Renault) ce sont les essais de fiabilité qui ont promu l'incertitude lorsqu'il s'agit de faire le lien avec la fiabilité en clientèle ; de son point de vue, les experts sont peu crédibles, mais c'est peut-être parce que le retour d'expérience automobile est très important. Il est clair que les difficultés actuelles concernent principalement le traitement des données de retour d'expérience et d'expertise. Lorsque l'expérience est faible, les industriels ne peuvent que faire appel à l'expertise pour enrichir l'information. On se heurte alors à un aspect culturel important où les ingénieurs, pourtant très bien formés aux sciences exactes, ne sont pas assez familiers des concepts probabilistes, surtout dans les cursus en France. Le mot de la fin revient à l'IRSN. Traiter les incertitudes aide à progresser, facilite les échanges entre experts et analystes, spécialistes des sciences humaines et spécialistes des sciences exactes, montre qu'il n'y a jamais une réponse définitive sur un sujet.

« Ce qui est certain c'est que tout est incertain ».

André LANNON (IMdR), **Maurice LEMAIRE** (IFMA) & **Mohamed SALLAK** (UTC)

« Qu'avons-nous appris des accidents industriels ? » - 16 juin 2015

Cette journée, organisée par l'association Chaos et l'IMdR dans les locaux de l'ESTP Cachan, avait pour objectifs de débattre des enseignements des accidents industriels, de leur diffusion, de leur prise en compte effective en sécurité / sûreté industrielle. Elle a été suivie par une quarantaine de participants : ingénieurs de l'industrie, organismes publics de sécurité, consultants, enseignants et étudiants.

La journée est introduite par Michel Llorry (Chaos). Un accident est un événement rare, qui constitue un choc, bouscule les convictions. Il faut en expliquer les causes afin que « cela ne se reproduise plus », la société souhaite comprendre ce qui s'est effectivement passé. Une enquête est menée, mais lorsqu'il s'agit de mettre en évidence les causes profondes, elle est difficile (en France plus que dans les pays anglo-saxons), à cause des aspects juridiques, mais aussi parce qu'elle peut « bousculer la banalité de la vie des organisations ». Des mesures sont prises, en matières technique, de formation ou de réglementation. Pourtant, les accidents se reproduisent. Les leçons tirées sont-elles incomplètes ? Faut-il aller plus loin dans l'analyse ? La recherche, dont les auteurs anglo-saxons ont été précurseurs, met en évidence des caractéristiques génériques des accidents : l'accident est précédé d'une période de dégradation des fonctions de sécurité du système sociotechnique, la période d'incubation, où des « signaux faibles » sont émis, période qui pourrait être mise à profit pour enrayer un éventuel accident. Tout accident paraît spécifique, mais l'étude systématique d'un grand nombre de cas montre qu'il y a des points communs à tous les accidents, notamment sur les facteurs organisationnels qui en sont à l'origine, tels que la non prise en compte du retour d'expérience, les pressions productives, facteurs qui restent souvent ignorés. L'analyse organisationnelle pose des questions de méthode. Elle nécessite une description « dense » de l'accident, des investigations « dans l'épaisseur des organisations », en recherchant les insuffisances, les zones d'ombre, comme la bonne vieille méthode du fiabiliste qui part des dysfonctionnements.

René Montmayeul (Chaos) prend exemple de l'accident de référence de Flixborough pour énumérer les enseignements tirés de l'accident. Le plus important d'entre eux est certainement que cet accident a contribué à faire émerger la démarche, déterministe et probabiliste, de sécurité/sûreté moderne. La cause directe est technique, la cause profonde est clairement l'absence d'étude de nocivité d'un by-pass provisoire du fait d'aspects organisationnels flagrants : pression de production, absence de compétences (notamment en mécanique), modification de circuit mal maîtrisée. Les retombées ont été nombreuses, à la fois :

- techniques : mécanismes de propagation et effets des explosions gazeuses, sécurité des procédés et conduite en situation dégradée,
- réglementaires : action gouvernementale concernant la maîtrise des risques, implantation des zones à risques,
- humaines et organisationnelles : gestion des modifications, management des risques, choix des sites, information au préalable du public...

Malgré tout, un accident sensiblement identique s'est reproduit 30 ans plus tard à Buncefield montrant que le management n'avait pas assimilé les leçons précédentes ou les avait oubliées.

Yves Dien (EDF R&D) s'est focalisé sur les accidents de la NASA : la perte des satellites « Mars Climate Orbiter » et « Mars Polar Lander », et des navettes spatiales. Après un premier accident en 1986 au lancement de la navette Challenger, un autre accident s'est produit en 2003 à la rentrée dans l'atmosphère de la navette Columbia pour des causes techniques différentes. Mais à 17 ans d'intervalle, les facteurs organisationnels en cause sont étrangement similaires : dysfonctionnement dans le processus de décision, pressions productives (par exemple, souhait de ne pas reporter le lancement de Challenger, réduction des coûts), absence de prise en compte du retour d'expérience (par exemple, enseignements statistiques ignorés sur les impacts de débris sur la navette Columbia) et des alertes du personnel technique. La NASA ne semble pas avoir appris de ses accidents. Parmi les enseignements à retenir des accidents, on peut pourtant citer : une mauvaise perception des risques par les managers, le manque de confiance envers les avis d'experts lorsqu'ils n'apportent pas d'évaluation quantitative démontrable, la confusion entre fiabilité et sécurité (le succès des missions précédentes était pris pour une preuve de sécurité), une normalisation progressive de la déviance. Des pistes d'amélioration seraient de pouvoir remettre en cause les croyances du moment sur lesquelles s'appuie la gestion de la sécurité, et de savoir repérer a priori et traiter les alertes.

La matinée se conclut par une discussion pilotée par Jean-François Raffoux (IMdR). Les participants de la table ronde soulignent qu'il est important de conserver la mémoire des faits, et pointent les difficultés d'expression face à un pouvoir hiérarchique, la pression managériale et la difficulté de prise en compte du retour d'expérience, en particulier externe. Une piste d'amélioration est évoquée, consistant à diffuser auprès des managers une culture de risque systémique, incluant les aspects organisationnels.

L'après-midi commence par un exposé d'Henri Fanchini (Artis-Facta) sur une étude d'un cas d'accident de fret ferroviaire utilisée en session de formation de chefs de site. L'exercice propose une méthode d'analyse organisationnelle utilisant une grille d'analyse de situations de travail. Elle conduit à préconiser une présence accrue de l'encadrement sur le terrain et une vérification de la compatibilité entre le schéma de production et les moyens et ressources disponibles, ce qui permet une approche plus anticipative d'intervention avant accident. Ce cas présente ainsi un exemple d'application concrète de l'analyse organisationnelle à l'amélioration de la sécurité, en allant au-delà des analyses classiques de type arbre des causes.

Le dernier exposé de Nicolas Dechy (IRSN) milite pour une capitalisation des connaissances sur les accidents, afin de construire une culture de sécurité/sûreté, un peu à l'image du médical. Ces connaissances peuvent être utilisées pour établir un pronostic sur le comportement futur d'un système,

un diagnostic organisationnel de la sûreté, pour mettre en question les pratiques ou améliorer les analyses d'événements, et plus généralement pour améliorer le système de retour d'expérience. En outre cette capitalisation est un formidable outil de formation des acteurs de la maîtrise des risques, qu'ils soient managers, enquêteurs, analystes, ingénieurs,... et un outil d'activation d'un changement culturel.

La discussion de l'après-midi menée par Myriam Merad (Ineris) a été animée. Elle a porté d'abord sur le rôle de l'autorité de sûreté qui doit être indépendante et forte sans déresponsabiliser l'exploitant et savoir se mettre en question, et sur le rôle de l'industriel qui ne doit pas s'en tenir à la « sécurité réglementaire » et être plus imaginaire. Notons aussi que, si chaque accident est spécifique, de nombreux points communs entre les accidents survenus dans les différents secteurs industriels se rencontrent. Ce sont principalement le manque de formation, l'oubli des connaissances, la difficulté de les appliquer. Quasiment dans tous les grands accidents, on peut noter un défaut de compréhension des phénomènes physiques par les différents acteurs (opérateurs comme managers ...) dû à cette déficience de l'organisation. La « rentabilité » de la sécurité a fait débat (peut-on évaluer ses bénéfices?). Certains observent que les systèmes moins rentables sont moins sûrs, mais d'autres expriment leur scepticisme sur la possibilité d'établir un lien entre sécurité et rentabilité. Quelqu'un souligne que la quantification est un moyen utile et efficace pour améliorer l'analyse experte.

La journée s'est terminée avec la table ronde animée par Guy Planchette (IMdR) : « Perspectives et limites des analyses d'accidents : quelles sont les retombées effectives ? Sont-elles pérennes ? Comment mieux intégrer ces retombées dans la conception de la sécurité et en exploitation ? ».

Henri Fanchini (Artis Facta) et Ivan Boissières (ICSI) ont souligné les progrès de la sécurité résultant des enseignements des accidents, dans certains secteurs industriels : par exemple, retour d'expérience assez généralisé, prise de décision et arbitrage production/sécurité, tentatives de prendre en compte des signaux faibles et de protéger les lanceurs d'alerte. Malgré tout, les progrès issus des accidents sont en dents de scie, à cause de limitations telles que : pressions de production, *turn over* du personnel qui réduit l'apprentissage, effet d'oubli des connaissances, climat dans l'organisation (manque de liberté de parole) (Michel Llory, Chaos), manque de formation des personnes en charge, manque de pénétration des facteurs humains et organisationnels dans l'analyse de risque, vision partielle de la réalité par les managers (ICSI), ou encore une gestion de la sécurité excessivement administrative et procédurale (« on travaille pour alimenter la machine » selon (Artis Facta).

La transparence des enquêtes d'accident et l'accès au volets technique et organisationnel des analyses, la formation des managers notamment par des « narrations » de cas (Chaos) ou « *story telling* » (ICSI), l'enrichissement de la connaissance (par exemple, sur les processus de décision), ainsi que l'identification des facteurs de robustesse et de résilience des organisations (ICSI) apparaissent comme de bonnes pistes pour une meilleure prévention des risques et l'essor d'une culture de sécurité industrielle. Mais beaucoup d'autres choses restent aussi à faire car « on n'en a jamais fini avec les accidents ».

Gérard LABADIE

André LANNOY

René MONTMAYEUL

MANIFESTATIONS et FORMATIONS IMdR envisagées au cours du 1^{er} semestre 2016

Date	Durée	Titre
15 janvier	Journée (ou ½ journée - à préciser)	Vulnérabilité des réseaux : méthodes et résultats (Amphi ENGREF)
28 janvier	½ journée (après-midi)	La notion de temps dans la prise de décision et la gestion des risques (H. Fanchini)
17 mars	Journée	Jeunes Ingénieurs et jeunes chercheurs (Université de Paris V Descartes)
12 avril	Journée de formation	Sensibilisation à l'analyse de fiabilité des structures
Avril ou juin (à définir)	Journée	Les probabilités d'évènements rares aux risques extrêmes
15 avril	½ journée	How to prove the negatives (José Palma-Oliveira)
Mai (dates à définir)	Deux journées de formation	Formation « Aide à la décision pour la gestion des risques » (GTR animé par François Beaudouin)
Juin (date à préciser)	Journée	Assemblée générale annuelle
21 juin	Journée (en amont de Envirorisk 2016 / 22 & 23 juin)	Titre à définir (journée sur les risques chimiques). PNRI de Bourges en association avec IMdR.

Envirorisk 2016

Depuis 2001, la manifestation Envirorisk réunit chaque année, sur deux jours, à Aix-en-Provence ou à Bourges, des professionnels des entreprises et des collectivités locales, des élus et des institutionnels, dans une optique d'approfondissement des problématiques techniques et humaines liées aux risques technologiques, industriels et naturels.

Plusieurs congrès Envirorisk ont été organisés à Bourges. Le congrès récent de 2014, a été organisé pour la première fois par la Communauté d'Agglomération de Bourges. Cette édition 2014 a rencontré un vif succès auprès de la communauté scientifique qui a salué l'excellence de la programmation.

L'édition 2016 se déroulera les 22 et 23 juin 2016 sur le site du technopôle Lahitolle de Bourges, en partenariat avec l'INSA Centre Val de Loire.

Une journée Ante-Envirorisk sur les « risques chimiques liés à la fabrication » se tiendra le 21 juin 2016. Cette dernière est pilotée dans ce cadre par le Pôle National des Risques Industriels (PNRI).

Les propositions de communication (en français ou en anglais)

s'inscriront, en priorité, dans l'un des thèmes proposés :

- Les risques industriels
- Les risques informatiques et numériques
- Les risques environnementaux (mais aussi climat et énergie)
- Les risques de la perte d'autonomie (personne handicapée, âgée,...)
- Les risques sociétaux (aspects transversaux du risque)
- Les risques psycho-sociaux
- Les risques liés aux organisations
- Les risques politiques, éthiques ou économiques

Les interventions seront sélectionnées par le conseil scientifique suite à l'appel à communication consultable sur le site d'Envirorisk : <http://envirorisk-2016.sciencesconf.org> L'Institut pour la Maîtrise des Risques (IMdR) participera au conseil scientifique de cette manifestation et interviendra lors de la journée Ante-Envirorisk.

Laurent NOEL



Nos lectures

Cinq semaines en ballon, Jules Verne, 1863, nombreuses éditions.

Le tour du monde en quatre-vingts jours, Jules Verne, 1872, nombreuses éditions.

C'est la lecture du livre de Jean-Baptiste Fressoz (voir IMdR Info 29) qui nous a incités à relire ces romans d'aventures qui ont enthousiasmé notre jeunesse.

Le premier roman raconte le survol de l'Afrique Orientale, de Zanzibar à Saint-Louis du Sénégal, par trois britanniques, l'explorateur et savant Dr Samuel Fergusson, son domestique Joe très dévoué et Dick un chasseur écossais d'un grand courage. Samuel Fergusson est le Pic de la Mirandole des sciences et techniques. Il a une intelligence vive et énormément de connaissances « en hydrographie, en physique et mécanique, avec une légère teinture de botanique, de médecine et d'astronomie ». Il met au point un ballon à hydrogène à double enveloppe, pouvant effectuer de très longs trajets et dont il contrôle l'altitude en libérant de l'hydrogène ou en gérant le lest. Pour tout dire, Samuel Fergusson est **un ingénieur déterministe**. Écoutons les propos :

- Chapitre III : « *il se livrait à de secrets calculs, passant ses nuits dans des travaux de chiffres, expérimentant même des engins singuliers ;... les obstacles ... sont inventés pour être vaincus ;... tout danger est dans la vie ;... il faut considérer ce qui doit arriver comme arrivé déjà, et ne voir que le présent dans l'avenir... ; j'ai pris mes précautions de manière à ne pas craindre une chute de mon ballon... je compte me servir des vents alizés, dont la direction est constante* » ;

- Chapitre VII : « *...d'après des calculs très exacts... ; ... de plus, dans le cas d'un accident, d'une déchirure arrivée au ballon extérieur, l'autre avait l'avantage d'être préservé* » ;

- Chapitre VIII : « *...cette épreuve donnait bonne opinion de leur solidité et témoignait des soins apportés à leur construction ;... il inspirait une telle confiance... ; il leur fit connaître en détail les préparatifs de son voyage ; ils voulurent vérifier ses calculs* » ;

- Chapitre X : « *... voici des chiffres très exacts ... comme les choses simples, il ne peut manquer de réussir... je crois avoir réuni toutes les conditions sérieuses de succès... ; tout était prévu et résolu ; cependant, dit le commandant, cela peut être dangereux—Qu'importe, si cela est praticable ?* »

- Chapitre XIV : « *tout peut arriver, donc il faut tout prévoir* » ;

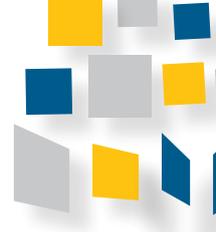
- Chapitre XIX : « *les accidents... ont toujours été causés par l'imprudence des aéronautes ou par la mauvaise construction de leurs appareils... En général, ce sont les atterrissements et les départs qui offrent le plus de dangers. Aussi, en pareil cas, ne devons nous négliger aucune précaution* » ;

- Chapitre XXI : « *un excès de prudence ne peut pas nuire* » ;

- Chapitre XXX : « *de la vigilance partout, de la vigilance toujours* » ;

- Chapitre XXXI : « *il fallait se défier de périls inattendus* ».

Ces extraits symbolisent bien **l'univers déterministe** gouverné



par: les lois physiques, des calculs exacts, l'obligation de tout prévoir, une conception idéale, des précautions anticipées. On prend tellement de précautions que l'accident ne peut être dû qu'à une imprudence ou à une mauvaise conception. Aujourd'hui on dirait qu'on adopte des hypothèses pessimistes pour dimensionner et assurer la fonction et la mission en toute sécurité.

Le second roman est plus proche de la vraie vie. Le très *british* Phileas Fogg, qui est l'exactitude personnifiée, grand joueur de whist, parie qu'il fera le tour du monde en 80 jours, l'enjeu étant une somme de 20 000 livres. C'est typiquement un problème de risque où l'on peut perdre tout ou gagner tout voire plus. Phileas Fogg est **un analyste de risque dans la vie réelle** qui est pleine d'aléas et d'incertitudes. Le dialogue du chapitre III entre le *Reform Club* et l'aventurier pose le défi (un projet insensé dont on ne peut empêcher des retards inévitables de se produire):

- ... quatre-vingts jours ! ... mais non compris le mauvais temps, les vents contraires, les naufrages, les déraillements,
- Tout compris...
- Même si les indous et les indiens enlèvent les rails ! ... s'ils arrêtent les trains, pillent les fourgons...
- Tout compris, répondit Phileas Fogg qui, abattant son jeu, ajouta : « Deux atouts-maitres »,
- Théoriquement vous avez raison, Monsieur Fogg, mais dans la pratique...
- Dans la pratique aussi...
- ... Vint mille livres qu'un retard imprévu peut vous faire perdre !
- **L'imprévu n'existe pas**, répondit simplement Phileas Fogg.

Accompagné de Passepartout, son domestique français, il se déplace avec tous les moyens de transport de l'époque (train,

paquebot, éléphant,...). Il sauve la belle Mrs Aouda, il est poursuivi par l'inspecteur Fix. Phileas Fogg va droit à l'objectif, il est mathématiquement exact, jamais pressé et toujours prêt, économe de ses pas et de ses mouvements, il évalue l'« aléa » de son entreprise, aucun incident ou accident ne peut le surprendre. « *Je ne suis pas sans avoir prévu l'éventualité de certains obstacles ... Je savais qu'un obstacle quelconque surgirait tôt ou tard sur ma route* » (ch. XI). « *...tout s'arrangerait mathématiquement* » (ch. XVI). « *...il convenait de prendre de grandes précautions* » (ch. XVII). Un aléa fâcheux peut lui être favorable : la défiabilité d'une chaudière lui permet de prendre un steamer et de respecter son programme (ch. XVIII). Chapitre XXI, on est dans le domaine de l'extrémistan, sa fortune entière se jouait à ce moment. Il évalue les chances de passer un pont (ch. XXVIII). Il est toujours à la hauteur des circonstances : *si donc la mer ne devenait pas mauvaise, si le vent ne sautait pas dans l'est, s'il ne survenait aucune avarie au bâtiment, aucun accident à la machine* (ch. XXXIII). Il gagne finalement son pari après son erreur de jour. Le gain financier est très faible, mais il gagne plus, une charmante épouse et le bonheur.

On est en plein univers probabiliste où le héros risque pour gagner. Rien n'est déterministe. Tout est incertain, invraisemblable, et pourtant... Phileas Fogg maîtrise les risques.

Relisez ces deux ouvrages d'anticipation, écrits en pleine révolution industrielle du XIX^{ème} siècle, où on ne se préoccupait guère de risque et de fiabilité. Personnellement nous préférons le second roman, plein d'imprévus et de retournements, tenant le lecteur en haleine tout au long du livre.

André LANNOY (IMdR)

VIENT DE PARAÎTRE : « Cybersécurité des installations industrielles : défendre ses systèmes numériques », éditions Cépaduès, 530 p., 55€, ISBN : 978.2.36493.168.8. Ouvrage collectif sous la direction de Yannick FOURASTIER & Ludovic PIÈTRE-CAMBACÉDÈS. C'est le premier ouvrage francophone destiné aux professionnels, praticiens, enseignants, étudiants et chercheurs du domaine. Rédigé par des spécialistes internationalement reconnus par leurs pairs, il vise à faire référence et couvrir de manière transverse et approfondie cette thématique en pleine évolution. Liste des auteurs ayant contribué à l'ouvrage : Jérôme

Billois (Solucom) ; Patrice Bock (Sogeti France) ; David Boucart (DGA) ; Marc Bouissou (École Centrale Paris et EDF) ; Thomas Demongeot (DGA) ; Frédéric Duflot (ANSSI) ; Mathieu Feuillet (ANSSI) ; Yannick Fourastier (Airbus Group) ; Frédéric Guyomard (EDF) ; Jean-Claude Jabot (Apsys) ; Pierre Kobes (Siemens) ; Thierry Lusseyrand (DGA) ; Stéphane Meynet (ANSSI) ; Nicolas de Pesloüan (Veolia) ; Ludovic Pietre-Cambacédes (EDF) ; Laurent Platel (Schneider Electric) ; Orion Ragozin (Areva) ; Pascal Sitbon (SecLab Solutions) ; Fabrice Téa (Schneider Electric).

IMdR - 12 avenue Raspail - 94250 Gentilly (RER : Gentilly)

Tél. : 01 45 36 42 10 • Fax : 01 45 36 42 14 • E-mail : secretariat@imdr.eu • N° ISSN 1639-9706

CODIT - Centre d'Orientation, de Documentation et d'Information Technique :

Espace convivial où des animateurs vous renseignent et vous conseillent. Prenez RDV au 01 45 36 42 10

Directeur de la Publication : Jean-Paul Langlois - Directeur de la Communication : Denis Marty - Délégué Général : Jean-Pierre Petit

Conception et réalisation : Imprimerie ANQUETIL - www.imdr.eu - Webmaster : John Obama

L'Institut pour la Maîtrise des Risques (IMdR)

est une association Loi 1901 à but non lucratif, émanant de l'Institut Sûreté de Fonctionnement (ISdF) - Siret 443 923 719 00027