

édito

sommaire

■ Edito	p.1
■ Journées	p.2-5
■ Congrès	p.6-9
■ GTR	p.10
■ Projets	p.11

Le conseil d'administration de l'IMdR m'a fait l'honneur de m'élire, le 6 juillet dernier, comme Président de notre institut, à la suite de l'assemblée générale du 15 juin. Pour accepter cette responsabilité, j'ai été encouragé par la confiance que m'ont accordée le Président sortant, Jean-Paul Langlois et le président d'honneur Guy Planchette. On ne louera jamais assez leur dévouement et leur énergie au profit de l'IMdR. J'essaierai d'être digne d'eux.

Je me dois d'abord de me présenter. J'ai fait toute ma carrière professionnelle au CEA. Jeune ingénieur, j'ai d'abord étudié le comportement mécanique des matériaux. Je me suis intéressé, d'une part, aux relations entre les propriétés mécaniques des matériaux et leur microstructure et, d'autre part, à la tenue mécanique des structures. J'ai abordé alors certains aspects de la sûreté de fonctionnement. J'ai exercé ensuite différentes responsabilités de management dans des unités mettant en œuvre pratiquement tous les types de matériaux. Le travail sur les explosifs et les matériaux nucléaires m'a amené à me consacrer à des risques techniques particuliers comme le risque pyrotechnique et la sûreté nucléaire. J'ai, plus tard, été

directeur fonctionnel dans les domaines de la qualité, de la sécurité du travail, de la sûreté nucléaire et de la protection de l'environnement. J'ai beaucoup fréquenté l'IMdR à cette époque et

représenté le CEA - qui en est l'un des membres fondateurs - à son conseil d'administration. Je me suis alors investi dans l'organisation du congrès lambda mu 16 d'Avignon et je me souviens avec émotion et amusement de la table (presque) ronde de ce congrès que j'avais écrite et animée. J'ai terminé ma carrière

comme directeur adjoint d'un établissement dédié à la recherche, le développement et la fabrication de matériaux avec de nombreuses installations pyrotechniques et ICPE (Installations Classées pour la Protection de l'Environnement). La protection des personnes, de l'environnement et des biens, la protection physique du site, la protection du secret de défense nationale et, en particulier, la sécurité des systèmes d'information ont été mes préoccupations de tous les jours.

Je mesure maintenant ma tâche de Président. L'IMdR a des bases solides. Mais l'avenir est incertain et rien ne peut le garantir. Aucune position n'est jamais acquise. Pour continuer à vivre, l'IMdR doit s'appuyer sur ses fondamentaux mais aussi s'adapter à l'évolution majeure de la société.

L'IMdR est une société savante, c'est-à-dire que sa vocation est de réunir les chercheurs, les experts, les exploitants, tous les professionnels de la maîtrise des risques pour qu'ils échangent, pour que chacun puisse faire connaître les résultats de ses propres travaux et puisse prendre connaissance de ceux des autres.

L'IMdR, c'est vous.

La structure (légère !) de l'association n'est là que pour permettre en permanence la synthèse et la diffusion des connaissances, les liens, les échanges, les partages.

La démarche de l'IMdR est systémique et transversale. Elle se doit de prendre en compte tous les risques, ceux d'hier qui existent toujours et ceux auxquels les entreprises sont de plus en plus confrontées : risques stratégiques, risques projet, cyber-menaces ...

Oui, vous tous qui vous intéressez à la maîtrise des risques, vous avez beaucoup de travail devant vous. Vous aurez encore beaucoup à échanger, à partager, à approfondir, à faire savoir. Grâce à l'IMdR !

Philippe LE POAC
Président de l'IMdR



Estimation de probabilités d'événements rares en maîtrise des risques et en sûreté de fonctionnement

Journée IMdR-AFM du 9 juin 2016 – ESTP Cachan

L'objectif de cette journée organisée par l'Institut pour la Maîtrise des Risques et l'Association Française de Mécanique est de faire état de travaux existants sur l'estimation des probabilités d'événements rares et de mettre en évidence les pistes de recherche et développement qu'il conviendrait de développer.

Dans son introduction à la journée, André Lannoy (IMdR) rappelle la définition ISO du risque : « effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs », souligne l'existence de risques plus imprévus qu'imprévisibles, en illustrant la notion d'extrémalité par des exemples aux conséquences tragiques comme la grande inondation de 1953 aux Pays-Bas. Reprenant les termes de Benoît Mandelbrot, il distingue le *hasard sage*, domaine des événements médians du *hasard sauvage*, domaine des queues de distributions. L'industriel doit se prémunir par l'acquisition et le traitement des données, les études probabilistes de sûreté complétées aujourd'hui par les outils de la fiabilité pour aboutir à une acceptabilité *As Low As Reasonably Practicable*. Aborder les événements extrêmes ne peut pas s'effectuer à partir des domaines médians mais impose une expertise incluant la compréhension physique des cinétiques, le retour d'expérience et l'évaluation des conséquences.


Le contexte étant posé, la parole est donnée à Paul Deheuvels (UPMC – Académie des Sciences). Au cours d'un exposé très dense mettant en relief, avec pédagogie, les principaux résultats de la théorie des valeurs extrêmes, il nous rappelle ce que les mathématiques nous apportent sur le traitement d'une série statistique. La fonction de répartition du maximum d'une série d'observations relève des lois limites extrêmes (Gumbel, Fréchet ou Weibull) pour une catégorie importante de lois parentes. La prévision du maximum dépend de deux paramètres : l'index de Pareto et le paramètre d'échelle. Tout l'enjeu est alors de les identifier à partir des observations. L'estimateur de Hill possède une convergence avec des exigences contradictoires, en particulier avec la taille des échantillons disponibles. Paul Deheuvels attire notre attention sur toute la prudence nécessaire dans la mise en œuvre de ces méthodes paramétriques : « la prévision des extrêmes relève plus de l'art et du savoir-faire que des mathématiques ». Et cela ne concerne que les lois univariées et le cas multivarié est abordé rapidement par la notion de copule : un beau thème de réflexion, celui de l'identification des copules extrêmes. Par son propos sur l'étude du maximum de hauteur de la vague en mer

du Nord dans laquelle il a remarquablement évalué un extrémum bien au-delà de ce que l'expertise anticipait à l'époque et qui s'est réalisé, il illustre sa conclusion : « un statisticien a parfois de la chance ».

La suite de la journée est consacrée à la question des données censurées et des queues de distribution. L'exposé de Léo Gerville-Reache s'intéresse à la simple question : je n'ai observé aucune défaillance, qu'en conclure ? En effet, avoir réussi n expériences est une information, et $m > n$ apporte une information plus riche, à exploiter. Il nous rappelle tout d'abord quelques estimations usuelles : la méthode du χ^2 au niveau de confiance de 50%, la règle de $3/n$ dont il analyse la teneur, en fonction du niveau de confiance. En effet, le niveau de confiance est bien la clé d'une estimation à partir d'expériences censurées pour l'estimation d'une borne inférieure de la probabilité de défaillance. L'exposé développe le modèle de Bernoulli et le modèle exponentiel. En conclusion, Léo Gerville-Reache montre la diversité des raisonnements possibles : maximum de vraisemblance, confiance a priori, mode de confiance, confiance intégrée et min-max de vraisemblance. Il n'en reste pas moins une subjectivité sur le choix a priori d'un niveau de confiance.

C'est ensuite Stéphane Girard (INRIA) qui traite de l'extrapolation dans les queues de distribution. Deux situations sont considérées : le vent et les pluies dans la basse vallée du Rhône. Il existe dans les deux cas des histogrammes riches mais la question est alors de rechercher les probabilités associées à un niveau au-delà des données enregistrées. Stéphane Girard passe par la statistique des extrêmes selon les principes développés par Paul Deheuvels et il se heurte à la difficulté annoncée : découper l'histogramme en grand nombre de petits blocs introduit un biais sur l'approximation de la loi des maximums de l'EVD (*Extreme Value Distribution*) et un petit nombre de grands blocs induit une variabilité des paramètres. Le premier acquis méthodologique de l'étude réside dans les encadrements obtenus par des relations analytiques, validées par simulation. Le second est l'utilisation de co-variables topographiques, puisque les observations en un point sont évidemment reliées aux autres en fonction de leurs distances. Il y a derrière cette approche une idée d'autocorrélation spatiale sous-jacente. Les résultats sur les périodes de retour du vent et des pluies seront des informations particulièrement utiles aux aménageurs.

L'exposé d'Emmanuel Ardillon (EDF) aborde la question



de la justification de sûreté d'un pressuriseur, élément du circuit de vapeur d'une centrale de production d'électricité. Il s'agit de démontrer que la probabilité de défaillance à terme sous l'effet du vieillissement thermique est un événement de probabilité très faible et même nulle. Pour cela une analyse fine des modes de défaillance est conduite et des modèles du comportement mécanique sont associés. Tout l'intérêt réside dans le raisonnement couplant une approche déterministe réglementaire et une approche probabiliste : ce qui revient à une calibration de la méthode probabiliste utilisée ensuite sur les scénarios de vieillissement. Compte-tenu des troncatures, un raisonnement sur les bornes est possible et conduit à déterminer la durée pendant laquelle la probabilité est nulle, ce qui exclut l'événement redouté. Comme l'a souligné Emmanuel Ardillon, il s'agit d'une probabilité « notionnelle », c'est-à-dire conditionnée par les hypothèses des modèles tant stochastiques que mécaniques. Il faudra donc en suivre le bien fondé au cours du temps.


Dans son exposé, Thierry Yalamas (PHIMECA) s'intéresse aux conséquences d'un événement rare : une pollution atmosphérique due à un accident industriel. Sachant l'événement, une chaîne de calcul nommée SWIFT-SPRAY développée par le CEA établit la carte prévisionnelle des pollutions au prix d'un calcul très exigeant en ressources informatiques sur lequel des simulations de Monte-Carlo sont impossibles à mettre en œuvre dans l'urgence d'une gestion de crise. Deux stratégies sont mises en œuvre : un méta-modèle par krigeage et l'autocorrélation spatiale des points de calcul du domaine géométrique de propagation de la pollution. La complexité du modèle implique de traiter un très grand nombre d'informations, de gérer la capacité mémoire des machines même en distribuant les simulations sur un cluster HPC (pour les besoins en calculs à hautes performances). Il est ainsi possible de prédire avec un intervalle de confiance, la probabilité de dépassement d'un seuil de pollution. L'efficacité du modèle d'apprentissage est montrée en comparaison avec Monte-Carlo dans un contexte topographique réel et la faisabilité est démontrée, à condition de disposer des ressources de calcul et d'algorithmes performants. La sûreté de fonctionnement, c'est d'abord de se prémunir des événements rares, mais c'est aussi de savoir gérer une crise. Le CEA n'a pas autorisé la diffusion de l'exposé.

Les deux exposés suivants concernent un événement rare à un niveau extrême en France métropolitaine mais redoutable : le séisme. C'est tout d'abord François Dunand (FUGRO/GEOTER / AFPS) qui nous rappelle quelques événements de sismicité significative en France. Un séisme est caractérisé par ses conséquences en termes de vulnérabilité du bâti. Les sites de Grenoble et Nice illustrent le propos et l'auteur présente les courbes d'aléas

de 40 villes françaises : probabilité annuelle de dépassement fonction d'une intensité sismique dont il faudrait mieux préciser la définition. La probabilité annuelle de mortalité individuelle est calculée en fonction de la vulnérabilité : est-elle acceptable, tolérable ou non tolérable ? la réponse est difficile mais il est certain que pour mourir en France d'un séisme, il faudra avoir échappé à bien d'autres causes... ou vivre vraiment très longtemps. Mais si chacun accepte de prendre sa voiture, personne n'accepte de « monter » dans un séisme. Vis-à-vis de l'événement rare sismique, l'Association Française du génie ParaSismique (AFPS) a développé une méthode d'analyse de la vulnérabilité d'un bâtiment fondée sur un indice de vulnérabilité et sur le nombre de personnes concernées. L'abaque de risque conduit à conclusion : acceptable, inacceptable ou *As Low As Reasonably Practicable*. Cet exposé nous rappelle que vis-à-vis des événements rares pour des enjeux somme toute limités, c'est plus une expertise qui est la réponse à donner plutôt que des modélisations lourdes. Ainsi, le classement du patrimoine d'une ville est possible (exemple de Nice).

Prenant la suite, Christophe Martin (FUGRO/GEOTER / AFPS) examine les approches probabilistes *Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA)* et déterministes *Deterministic Seismic Hazard Analysis (DSHA)* appliquées au génie parasismique. Il rappelle toute l'importance de la connaissance historique et spatiale des grands événements sismiques. Le PSHA quantifie les incertitudes et évalue la sensibilité, donc la robustesse des prévisions. Cependant, il existe une grande dispersion dans l'estimation du risque sismique et Christophe Martin fait appel à une collaboration avec des mathématiciens pour progresser. Il faut cependant souligner que les mathématiques seront certainement exactes, mais que tout dépendra des données : *garbage in, garbage out*. Ces deux exposés montrent bien les deux attitudes possibles vis-à-vis de l'événement sismique : se placer du côté des conséquences et évaluer la vulnérabilité dépendant à la fois de l'action et de l'état du bâtiment d'une part et montrer comment se propagent les incertitudes depuis la source géophysique jusqu'à l'événement redouté.

L'exposé de Bernard Beauzamy (SCM) revient sur la question des crues avec l'objectif de définir le niveau à prendre en compte pour le dimensionnement d'un ouvrage à construire sur une Ligne Grande Vitesse au confluent de la Vienne et de la Creuse. Après quelques considérations générales sur l'honnêteté des études scientifiques, Bernard Beauzamy dévoile sa stratégie : s'appuyer uniquement sur les histogrammes des données en évitant tout recours à un modèle paramétrique. Cela implique une analyse critique des données historiques qui sont ici conséquentes mais soumises à des ambiguïtés. La méthodologie ne



lui permet pas d'échapper au dilemme souligné par Paul Deheuvels : il faut choisir un seuil à partir duquel l'événement est extrême. L'auteur renvoie les auditeurs à la lecture de ses publications internes pour le développement mathématique. Le résultat est le calcul de la probabilité associée à chaque classe de l'histogramme et la somme des probabilités sur les classes est évidemment de 1. Cela exclut toute crue au-delà du niveau de la dernière classe de l'histogramme.

Les deux derniers exposés s'intéressent aux nouvelles approches. Loïc Brevault (ONERA) pose la question de l'efficacité de l'estimation de probabilités d'événements rares, tant du point de vue de l'économie des calculs que de la validation des approximations. Il distingue entre incertitudes aléatoires, relevant des probabilités, et épistémiques, relevant du formalisme des intervalles pour l'écart de modèle ou les paramètres lois. Il donne ainsi une signification à cette classification contestée. L'économie de calcul fait appel à un Krigeage combiné avec l'échantillonnage d'importance dont la densité auxiliaire est déterminée par entropie croisée et à l'échantillonnage en sous espaces (*Subset Sampling*). L'incertitude épistémique sur un intervalle n'est pas une densité uniforme et les bornes de l'intervalle conduisent à une *probability box*. Un algorithme d'optimisation non linéaire résout ensuite la détermination des bornes de probabilité. Tout ce bel ensemble méthodologique est appliqué à la caractérisation de la zone de retombée d'un étage de lanceur.

Roman Sueur (EDS R&D) quant à lui propose une méthode conservative pour encadrer des quantiles. L'hypothèse de monotonie est très souvent satisfaite, en particulier dans le cas de la dégradation de propriétés mécaniques. Cette remarque avait été à la base de travaux d'Etienne de Rocquigny à EDF R&D il y a quelques années. La monotonie permet de donner a priori le résultat d'un tirage de Monte-Carlo appartenant à un certain sous-domaine de l'espace des variables aléatoires et donc de sélectionner de nouveaux tirages là où la conclusion n'est pas possible. La méthodologie est appliquée au calcul d'un indicateur de sûreté et de son encadrement, soit à partir du modèle initial, soit d'un méta-modèle.

Chargé des conclusions de cette riche journée, je me suis tout d'abord interrogé sur les mots-clé du titre : *probabilité*, est-ce le seul point de vue envisageable ? certainement pas, Loïc Brevault fait appel aux intervalles pour l'incertitude épistémique et François Dunand rappelle l'importance des experts. *Evénements rares*, bien difficile de dire à partir de quel seuil, Paul Deheuvels nous rappelle les exigences de la modélisation mathématique, ces événements sont-ils plutôt imprévisibles qu'imprévus (André Lannoy). *Maîtrise des risques et SDF*, les exposés de Thierry Yalamas,

Emmanuel Ardillon et Christophe Martin montrent les réponses apportées en cas d'événement extrême.


La grille de lecture que j'ai retenue s'appuie sur le chaînage : identification des scénarios redoutés – modélisation des données – modélisation des comportements – calcul des variables d'intérêt – acceptation et décision. L'exploration de l'incertain (Maurice Lemaire, *Mécanique et Incertain*, 2014) s'effectue alors dans les territoires de l'Idéalistan (utopie n'existant que sur l'écran de l'ordinateur), du Médiastian et de l'Extrémistan relevant des comportements médians ou extrêmes selon Nassim-Nicholas Taleb (le hasard sage ou le hasard sauvage de Benoît Mandelbrot rappelés par André Lannoy), voire même de l'Ignoristan.

L'identification d'un scénario redouté est parfois simple : une hauteur de crue est parfois beaucoup plus complexe car elle ne résulte pas nécessairement d'une extrapolation du domaine du Médiastian et il peut exister des bifurcations comme par exemple entre une amplification de la houle linéaire et une houle scélérate. Et il y a bien sûr, tout ce qui n'a pas été imaginé. Il constitue le premier maillon de la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement.

La modélisation des données dans les queues de distribution qui sont génératrices du risque, s'appuie sur les modèles paramétriques dont la cohérence mathématique est validée (Paul Deheuvels, qui rappelle l'hypothèse des fonctions à variations régulières pour la construction de la loi de Pareto) ou sur l'utilisation directe des données observées (Bernard Beauzamy) ce qui limite cependant l'exploration dans l'Extrémistan. Le modèle EVD (*Extreme Value Distribution*) donne aujourd'hui une bonne représentation d'une loi des maximums (Stéphane Girard). Même l'absence d'observations de défaillance est une information précieuse si elles sont répétées, c'est le cas des données censurées (Léo Gerville-Reache).

La modélisation des comportements est essentielle, il serait sinon possible de démontrer statistiquement des liens sans cause comme la corrélation entre les réunions IMdR et les grèves dans les transports ou d'établir des prévisions erronées comme les espoirs de la dinde de Taleb à la veille de *Thanksgiving*. Le mécanicien ne doit pas plus douter de l'incertain que le statisticien de la physique.

Le calcul des variables d'intérêt est un problème mathématiquement bien posé, sachant les hypothèses sur les données et les comportements, comment qualifier les variables d'observation à la disposition du décideur. La propagation des incertitudes particulièrement en contexte probabiliste dispose aujourd'hui d'outils mobilisables souvent au prix de ressources de calcul importantes (Thierry Yalamas) qui font l'objet aujourd'hui de nouveaux développements (Loïc Brevault, Roman Sueur).



Cependant, le coût calcul doit être adapté aux enjeux : une installation industrielle à risque d'un côté (Emmanuel Ardillon), un bâtiment ordinaire vis-à-vis du séisme de l'autre (François Dunand, Christophe Martin).

Mais tout cela, n'a qu'un but : prendre une décision qui soit à la fois satisfaisante techniquement, économiquement et socialement, ce qui implique que la maîtrise des risques vis-à-vis des événements rares ou extrêmes mobilise à la fois les sciences de la modélisation et celle de la cognition. Il faut faire ce qui est possible : *As Low As Reasonably Practicable* (André Lannoy, François Dunand),

être capable de gérer la crise en cas d'occurrence de l'événement redouté (Thierry Yalamas) et se rappeler que les probabilités estimées ne sont que notionnelles, c'est-à-dire fonction des hypothèses de leur calcul.

Deux conclusions pour terminer : celle de Paul Deheuvels : se souvenir qu'un statisticien a parfois de la chance ; et un emprunt à Nassim-Nicholas Taleb : en Extrémistan, la décision est prise en acceptant les conséquences, quelle que soit la probabilité.

Maurice LEMAIRE



« Sécurité des Systèmes Industriels Interconnectés – Approche ferroviaire »

Journée organisée le 20 octobre 2016 par l'IMdR en partenariat avec l'UIC (Union Internationale des Chemins de Fer) dans les locaux de l'UIC (75015). Vous pouvez consulter le programme de cette manifestation sur le site web IMdR. Ne tardez pas à vous inscrire !



Journée annuelle « Jeunes ingénieurs et jeunes chercheurs » 2017

La 9^{ème} édition de la journée « Jeunes ingénieurs et jeunes chercheurs » de l'IMdR se tiendra le 16 mars 2017, en partenariat avec l'École Spéciale des Travaux Publics, du Bâtiment et de l'Industrie (ESTP) de Cachan.

Le calendrier de l'appel à communications est le suivant :

- **date limite de soumission des résumés : jeudi 18 novembre 2016**
- notification aux auteurs : lundi 28 novembre 2016

Les candidats doivent soumettre un résumé d'une page maximum au secrétariat de l'IMdR (secretariat@imdr.eu). Chaque résumé doit impérativement contenir le titre de la communication, le nom de l'auteur, le nom de l'établissement/entreprise qui supervise les travaux et la date de début des travaux de recherche ou de démarrage de l'activité en entreprise).

L'appel à communications détaillé est disponible sur le site de l'IMdR www.imdr.eu, rubrique « Manifestations ».

John Mitchel OBAMA
Délégué Technique IMdR

le congrès lambda mu20 - 11 au 13 octobre 2016

Maîtriser les risques dans un monde en mouvement

Les différentes sessions du congrès de Saint-Malo promettent d'être très riches. Hormis la session « Recherche et industrie » qui est transverse et rompt avec le rythme général du congrès, chaque session porte sur une thématique spécifique. En voici un bref aperçu :

A. Risques et changements (mutations – ruptures – résilience)

Les changements qui s'opèrent en permanence dans nos sociétés nous commandent de faire évoluer nos systèmes techniques et organisationnels. Cette évolution nécessite des capacités d'adaptation continue et des capacités de résilience face aux perturbations que peuvent générer ces changements, quelles que soient leurs formes (lentes, rapides, brutales voire extrêmes).

Les risques liés à ces changements sont abordés dans cette session. C'est le cas notamment des risques liés aux nouveaux usages tels que les véhicules autonomes, la technologie hydrogène ou encore les lanceurs spatiaux de demain et des risques liés aux évolutions organisationnelles, vus par exemple sous l'angle des risques émergents.

Un regard spécifique est porté sur la résilience des organisations et des infrastructures pour répondre au défi de la continuité des activités y compris en situation extrême.

B. Législation et normalisation – Management de projets

Le respect de la normalisation en matière de sécurité fonctionnelle est une contrainte forte pour les industriels, tant sur le plan des charges induites que des risques inhérents, y compris en matière pénale.

Dans un monde en mouvement et face à de nouvelles innovations, la question de l'adéquation de la normalisation peut se poser à la fois comme un frein mais aussi un garde fous. Durant le congrès, ce thème sera particulièrement abordé vis-à-vis d'innovations telles que les véhicules autonomes ou les automatisations de process.

Les problématiques, mais aussi les propositions de solutions (aménagement des contraintes normatives), seront abordées lors de session où seront présentés des retours d'expérience issus de différents domaines (ferroviaires, automobile, ...) à la fois du point de vue des évaluateurs en charge de juger de la conformité d'un développement à une norme de sécurité fonctionnelle et de celui des industriels confrontés aux difficultés de mise en œuvre mais aussi d'identification de possibilité d'adaptation à un contexte différent du contexte initial pour lequel était faite la norme : compréhension / interprétations

possibles des exigences, détermination du juste nécessaire, renforcement de la culture sécurité, impacts économiques, problématiques outils, ...

En matière de management de projet, les problématiques abordées iront de la gestion des risques industriels au sein des projets - tels que les prévisions de fiabilité ou l'obsolescence - jusqu'aux processus d'aide à la décision basés sur l'évaluation des risques dans les projets où l'on peut alors parler de pilotage du projet par les risques.

C. Maintenance et maintien en conditions opérationnelles (MCO) – Retour d'expérience


Cette thématique est extrêmement riche, en ce qu'elle inclut à la fois les composantes de diagnostic, de pronostic, de fiabilité prévisionnelle et de durée de vie nécessaires à la mise en œuvre de politiques de maintenance robustes, afin d'assurer la gestion des actifs industriels, et également les notions d'ingénierie de la maintenance et de « Soutien Logistique Intégré », qui proposent des outils de modélisation et d'aide à la décision en constante évolution. Des exemples seront présentés, issus des domaines ferroviaire, automobile ou encore des réseaux électriques.

La connaissance et la prise en compte d'un retour d'expérience soigneusement qualifié permet de mettre en œuvre des moyens efficaces pour maintenir ou rétablir les fonctions opérationnelles d'un système. Cette thématique abordera donc également le point crucial de l'expertise et du « Knowledge Management » qui sont au cœur de tout retour d'expérience pertinent.

Enfin cette thématique fera un point sur la prise en compte des signaux émergents ou précurseurs d'incidents ou d'accidents, autrement dits les signaux faibles, et sur la nécessité de prendre autant en compte le signal que l'observateur, dans sa capacité à imaginer, anticiper, réagir, décider...

D. Sciences humaines et sociales et maîtrise des risques – Processus de décision

Dans une démarche globale de la maîtrise des risques dans les systèmes sociotechniques, il est indispensable d'aborder, d'une part la dimension humaine dans son ensemble, et d'autre part le contexte organisationnel dans lequel est déployé le système de management des risques. Ces deux dimensions humaine et organisationnelle seront explorées à la fois en tant que facteur de maîtrise des risques, tout particulièrement dans les contextes innovants ou de conduite du changement, en tant que composante des acteurs de la maîtrise des risques dès la conception des systèmes afin de prendre en compte les capacités cognitives



et sociales des individus, et en tant que dimension subjective de la perception des risques, que ce soit à l'échelle sociétale ou des métiers de la sécurité...

Cette thématique questionnera en outre les processus de décision pour lesquels il ne s'agit pas tant de fournir aux décideurs des informations nécessaires à leur choix que de savoir comment ils pourront utiliser de façon significative ces informations. Les processus, outils et méthodes associés à l'aide à la décision en milieux incertains seront illustrés par des exemples tirés des secteurs de l'aéronautique, du transport ferroviaire, des gaz industriels ou encore du transport électrique.

E. Méthodes de sûreté de fonctionnement – Ingénierie des modèles

Le niveau de complexité des systèmes à évaluer demande des approches conceptualisées de plus en plus sophistiquées, des langages mathématisés performants, orchestrés dans le cadre de l'ingénierie des modèles. La modélisation s'avère utile, soit pour représenter les phénomènes physico-chimiques et anticiper leurs évolutions, soit pour permettre d'estimer au mieux la fiabilité d'un composant simple, soit pour représenter le comportement des processus de panne et de réparation de systèmes complexes afin, le plus souvent au moyen de simulations, d'évaluer des paramètres tels que leur fiabilité, leur taux de production, ou encore leur coût global ...

A un niveau supérieur d'abstraction, il est possible de s'interroger sur l'optimisation des modèles eux-mêmes, par exemple par des méthodes de génération automatique, ou bien de méthodes d'accélération de la simulation, sur la manière de démontrer formellement leurs propriétés

ou de vérifier leur robustesse. La grande variété d'outils, d'approches et de domaines applicatifs démontrera à quel point la sûreté de fonctionnement a évolué depuis son apparition en tant que discipline...

F. Sûreté et sécurité

Les notions de sûreté et de sécurité ont un lien direct avec celles du risque : il n'est nul besoin de penser la sûreté ou la sécurité en l'absence de risque et, corollairement, tout risque potentiel ou résiduel appelle l'élaboration d'approches spécifiques de sûreté et de sécurité pour le maîtriser.

C'est donc dire que ce thème est essentiel dans le domaine de la maîtrise des risques, cette dernière ne pouvant plus être mise en œuvre uniquement en phase d'exploitation ou d'utilisation de nos systèmes sociotechniques, mais aussi - et de plus en plus - en phase de conception de ces systèmes. La conception sûre, abordée dans ce thème, est donc un maillon important de la sûreté, voire fondamental comme le laisse penser l'adage de Michel de l'Hospital : « Ceux-là sont bien de plus grands mérite et expérience qui savent prévenir les maladies, que ceux qui les guérissent ». Par ailleurs, dans ce monde en évolution rapide, la sûreté est de plus en plus associée à la notion de malveillance, notamment dans le secteur informatique et des systèmes d'information. C'est le cas par exemple de la cyber-sécurité qui est devenue un enjeu important à l'échelle globale, recouvrant un caractère majeur pour des évolutions critiques, dans certains cas un caractère tel que celui des objets et véhicules connectés.



Les cindyniques : la démarche de maîtrise des risques dans un monde en mouvement

Le Larousse qualifie la cindynique comme l'ensemble des sciences et des techniques qui étudient les risques (naturels, technologiques) et leurs préventions. **Son originalité consiste à cerner en premier lieu tout danger** afin de le rendre perceptible, donc identifiable et descriptible.

Le concept fondateur des cindyniques repose sur la notion de **situation** considérée comme tout ou partie d'un organisme placé dans son environnement. Une situation est donc, à un instant donné, caractérisée par son environnement, sa gouvernance, un ensemble des politiques, règles, modèles et données, ainsi que par des réseaux d'acteurs évoluant dans ce contexte physique, technique, économique, social, ...

Quelles raisons ont conduit à attacher, en priorité, une importance majeure à cette notion de **situation plutôt qu'à celle d'événement** utilisé pour nos analyses de risque ? C'est au travers de l'étude approfondie de nombreux accidents et catastrophes que la prise de conscience s'est matérialisée sur le fait que **toute situation évolue inexorablement avec le temps**. En effet, dans un monde en mouvement, toute technique, système ou organisme se modifie volontairement

ou non avec le temps, en fonction de sollicitations internes ou externes (modification d'objectifs, réalisation de nouveaux projets, remise en service d'un processus, évolution des marchés, de la réglementation, renouvellement de personnel, modification sociologique, ...). Il convient ainsi de se rapprocher du concept de **propension** - qui exprime une tendance inhérente au changement - qui se manifeste dans toutes les entités de l'univers dynamique dans lequel nous vivons.

Les évolutions inéluctables des situations génèrent donc une propension à les diriger vers l'émergence d'un dénouement favorable ou défavorable. En conséquence, les conditions propices à cette émergence sont en puissance dans la situation.

Chercher à empêcher que la situation ne dérive en la chargeant de dangers agissant à notre insu apparaît comme prioritaire afin d'éviter de se trouver impuissant, comme dans une partie de jeu d'échecs où les pièces vont, par évolutions successives, être disposées sur l'échiquier de façon telle que le dénouement ne puisse conduire qu'à une situation d'échec et mat.

En se fixant comme but de **comparer des situations à des époques différentes**, il est possible de comprendre et détecter les indices susceptibles d'entraîner la situation vers une issue défavorable. Les comparaisons peuvent s'effectuer, soit par rapport à une situation souhaitée prise comme référence et considérée comme non vulnérable, soit entre deux périodes de temps.

Ainsi, le but poursuivi par l'approche cindynique consiste à identifier la vulnérabilité des situations afin de la réduire dès la source et de limiter ainsi les risques que peuvent subir divers enjeux (humains, matériels, économiques, environnementaux, ...).

Pour mieux prendre connaissance de la démarche cindynique, il est conseillé de lire l'article « La cindynique qu'est-ce que c'est ? » et pour en savoir plus « Osons dès aujourd'hui la pensée cindynique ». Vous trouverez ces articles sur le site imdr.eu sur : <http://www.imdr.eu/Menu/ACTIVITES/Cindyniques/Presentation+des+cindyniques/p-211.html>. ... et pour approfondir votre savoir, vous pouvez participer à la journée de formation sur les concepts cindyniques !

Laurence BAILLIF - Guy PLANCHETTE - Jean-François RAFFOUX




les entretiens du risque 2017

Comme chaque année impaire, et en alternance avec ses congrès « Lambda Mu » les années paires, l'IMdR organisera en 2017 ses rencontres baptisées « Les Entretiens du risque ». Le comité de programme de cette sixième édition est placé sous la présidence de Myriam MERAD et a commencé à travailler à ces deux journées qui se tiendront les 14 et 15 novembre 2017 dans l'amphithéâtre Poincaré du Carré des Sciences (Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche – Paris Vème arrondissement). Les quelques lignes qui suivent sont une première réflexion sur le sujet qui devrait attirer de très nombreux participants. Le programme sera mis en ligne et les inscriptions seront ouvertes à la fin du printemps prochain. Réservez d'ores et déjà ces dates sur vos agendas !

Découvrir de nouveaux procédés, investir sur des nouveaux produits, se positionner sur de nouveaux marchés, innover et se démarquer revient à prendre des risques. Bien que la prise de risque soit au cœur de l'activité entrepreneuriale et au cœur de la recherche-innovation, elle est certes nécessaire, mais n'est pas suffisante. Ainsi, des choix et des décisions dont les incidences et les effets peuvent avoir une portée allant au-delà du périmètre de responsabilité de l'entrepreneur ou du chercheur trouvent leur légitimité et leur validité dans une éthique et dans une analytique de l'action.

Ainsi, comment ne pas se retourner vers les leçons de l'histoire, de la littérature et des sciences de la décision pour s'appuyer sur des expériences de prise responsable - ou non - de risque ?

Rabelais vivait à une époque qui ressemble, d'une certaine manière, étrangement à la nôtre. Une époque en transition où de nouvelles technologies, en l'occurrence l'imprimerie, révolutionne les pratiques culturelles en permettant une diffusion large des nouvelles idées de la Renaissance. Rabelais précise alors dans le chapitre 8 de Pantagruel (1532) : « Le monde entier est plein de gens savants, de précepteurs très doctes, de bibliothèques très vastes [...] Je vois les brigands, les bourreaux, les aventuriers, les palefreniers d'aujourd'hui plus savants que les docteurs et les prêcheurs de mon temps. ». Il en est ainsi de notre temps où les informations sur des champs disciplinaires variés sont disponibles en grand nombre et où il est difficile de rendre compte de la validité et de la



consistance scientifique. Sciences et contre-sciences sont alors entremêlées dans la sphère publique, prêtant le flanc au déni des faits scientifiques. Les expériences d'observation de telles situations ont été nombreuses de par le monde. Les plus contemporaines sont la montée du créationnisme dans les années 80, le débat sur la protection génétique dans les années 90, ou les travaux de chercheurs suédois financés par un cigarettier visant à déconstruire les faits scientifiques sur les risques liés au tabac.

Dans ces circonstances, le déni des faits scientifiques, comme le déni des risques, ont des ressorts de différentes natures. Il peut s'agir de biais et de facteurs de perception des risques d'ordre cognitif, voire socio-culturel, touchant toute les couches de la société civile. Il peut aussi s'agir de rapport à l'incertain et à l'ignorance où la déclassification du « savant » et de « l'expertise » rend le rapport à la validité scientifique et technique de plus en plus flou. Le déni peut de même être de l'ordre de la tactique rhétorique visant à fournir une apparence d'arguments, de faits ou de débats scientifiques et techniques. Dans son analyse des controverses autour des problématiques liées aux changements climatiques, Mark Hoofnagle (2009) (*in The Guardian* « *Climate change deniers : failsafe tips on how to post them* ») en a identifié plus de cinq : la théorie du complot, le picorage (choisir des articles scientifiques douteux appuyant leurs théories et mettant en doute les recherches en la matière), les faux experts, changer les règles du jeu et de la problématique, et autre erreurs logiques (ex : détourner les arguments, faire appel aux conséquences, fausses pistes et manœuvre de diversions, etc.).

Le déni des risques a certes des effets positifs lors de l'action créatrice ou de l'action entrepreneuriale. Cette prise de risque positive a été au cœur de certains courants sur le management et le leadership. Or, cette prise de risque peut faire sombrer les entreprises les plus prometteuses. Ainsi, dans ses ouvrages « *From good to great* » (2001) et « *How the mighty fall* » (2009), Jim Collins, célèbre professeur de management, a observé plus de soixante entreprises de différents secteurs d'activité. De cette observation, il a proposé un modèle en cinq étapes, faisant passer les entreprises de la puissance à la déchéance (le péché d'arrogance, le « toujours-plus », le déni du risque, l'arme fatale et la capitulation). Le déni du risque est la troisième étape où, enfermée dans son arrogance, dans sa logique de croissance aveugle, l'entreprise ne perçoit plus les signaux intérieurs et extérieurs. En interne, plus personne n'ose contredire le supérieur hiérarchique, qui lui-même n'ose pas discuter ses choix. L'ambiance devient délétère, la collaboration se réduit à peu de chagrin et les comportements individualistes deviennent la panacée où l'on finit par chercher des coupables. En externe, l'information reçue est partielle et les modes de participation aux décisions promettent plus qu'ils n'offrent (ex : un processus d'information qui est rebaptisé processus de concertation). Ces analyses des modes de

gouvernance, des processus de décision et des configurations organisationnelles viennent compléter l'arsenal explicatif des mécanismes de déni des risques.

Au-delà de ce contexte explicatif, Rablais nous invite à considérer que la connaissance est guidée par la conscience et l'éthique. Ainsi, en se référant dans Pantagruel (1532) à une autorité religieuse, « Salomon », la lettre se termine par un aphorisme : « *Science sans conscience n'est que ruine de l'âme* ». On peut s'interroger sur les modalités de « conscience » à mettre en œuvre pour prévenir le déni du risque lorsque celui-ci peut être de nature à mettre en péril la société, l'environnement et les entreprises.

Là aussi, les travaux et les expériences du terrain sont nombreux. Apprendre des expériences et développer, à l'image des travaux proposés par Nicolas Dechy (*in* Nicolas Dechy, Yves Dien, Michel Llory « Pour une culture des accidents au service de la sécurité industrielle » - Maîtrise des risques et de sécurité de fonctionnement, Lambda-Mu 17, Oct 2010), une culture « des cas de déni du risque » en est essentielle. La connaissance des apports des différentes disciplines scientifiques, qu'elles soient en sciences humaines et sociales, en sciences de la vie et en sciences de l'ingénieur, est essentiel à la compréhension des mécanismes de biais, de configuration contextuelle et organisationnelle, et de compréhension de mode de gouvernance agissant sur le déni du risque individuel, collectif, organisationnel, institutionnel et culturel.

Les démarches prescriptives permettant de dépasser, une fois les facteurs et les configurations du déni du risque identifiés, les conséquences négatives d'une telle problématique sont nombreuses. Les approches dites de responsabilité sociétale (*in* Merad paru en 2013- Organisations hautement durables, Gouvernance, risques et critères d'apprentissage / Coll. Sciences du risque et du danger), les nudges (*in* Cass Sunstein 2008, Yale University Press), les modes de gouvernance participatifs et concertatifs, ou les modes de régulation et de contrôle sont autant de solutions envisageables.

Depuis 2007, les « Entretiens du risque » de l'IMdR sont un moment précieux et clé pour la communauté de la « maîtrise des risques », de partage d'expériences ainsi que de débats techniques et scientifiques sur les thèmes émergents. L'édition 2017 des Entretiens du risque aura pour thème le « Déni du risque » et sera l'occasion d'approfondir différentes problématiques y affiant, où la littérature scientifique abonde (plus de 685 articles depuis 1987) et où les médias se font le relai d'une forte préoccupation sociétale en la matière (en France, plus de 104 articles ont été publiés dans la presse sur le sujet).

Myriam MERAD
INERIS & Directeur de Recherche au CNRS
Présidente du comité de programme

Les cindyniques pour une approche préventive de la vulnérabilité et de la résilience des infrastructures urbaines face aux risques naturels majeurs.

Les grandes métropoles urbaines qui se sont développées sur, ou à proximité d'axes fluviaux sont menacées par des crues majeures (de type centenal) susceptibles d'affecter en particulier les réseaux multiples et interconnectés (énergie, transmissions, transport, eau, déchets, ...) dont dépendent la vie et l'activité économique quotidienne des acteurs économiques et sociaux.

Les mesures de protection existantes peuvent s'avérer inefficaces et inadaptées face aux enjeux, comme l'ont montré plusieurs études.

Dans ce contexte, il apparaît urgent de développer une attitude prospective de réduction de la vulnérabilité et d'augmentation de la résilience chez les différentes parties prenantes (opérateurs de réseaux, pouvoirs publics, collectivités, sociétés d'aménagement, ...).

Un groupe de travail (GTR) commun à l'IMdR et à l'AFPCN propose d'apporter des éléments de réflexion pluridisciplinaire et des recommandations aux pouvoirs publics et aux autres parties prenantes.

Ce groupe utiliserait essentiellement **une approche cindynique**, visant à :

- considérer **la situation** de cités menacées dans leur **dimension spatiale et temporelle**, en particulier face à leurs projets d'extension et de développement d'activités,
- recenser les **parties prenantes pertinentes** et analyser leurs comportements et modes d'action envisagés face aux enjeux,
- inciter ces parties prenantes à avoir des **attitudes prospectives ambitieuses de réduction de la vulnérabilité et d'augmentation de la résilience** qui aillent au-delà d'une reconstruction à l'identique renforcée ... (Cf. les principes de la déclaration de Sendai : « Build back better »),
- **faire ressortir les divergences** qui pourront s'exprimer face aux projets et amener les parties prenantes à **une concertation** visant à trouver des solutions compatibles avec l'intérêt général,
- recenser les **risques et les opportunités** attachés aux solutions retenues.

Les travaux du groupe de travail débutent à l'automne 2016 avec un échéancier de deux ans débouchant sur la rédaction d'un guide méthodologique et de propositions d'action. Il est ouvert aux personnes physiques et morales concernées.

Contact auprès de Jean-François RAFFOUX : cindyniques@orange.fr




« Maîtrise des systèmes complexes par des innovations de rupture transdisciplinaires » (MSC-IRT)

Ce GTR fait suite à la réalisation du projet IMdR P11-4 « Méthodes et outils innovants pour le traitement des systèmes complexes » qui a rassemblé 5 partenaires industriels : ENGIE, EDF, TOTAL, SNCF, INERIS.

Ce projet a eu pour but d'identifier des approches innovantes afin de traiter la complexité de systèmes qu'ils soient industriels, organisationnels, relevant du domaine du vivant. Ces méthodes sont issues du référentiel de méthodes globalisantes, constructivistes, réductionnistes, proviennent des sciences du vivant, des sciences physiques ou encore des mathématiques.

Le GTR issu de ce projet a pour objectif d'enrichir une cartographie de méthodes innovantes en rupture avec celles pratiquées dans l'industrie et ayant montré des aptitudes spécifiques à la maîtrise de facteurs de complexité.

Ce groupe de travail est ouvert à des remises en question méthodologiques, épistémologiques ou paradigmatiques proposées par de nouveaux corpus scientifiques ou technologiques apparaissant dans d'autres disciplines.



Dans ce groupe de travail on explore les innovations en rupture avec le référentiel classique mis en œuvre dans le cadre de la maîtrise des risques, pour appréhender par exemple les dynamiques de numérisation massive présentes dans tous les secteurs, les problématiques globales intégrant en particulier le facteur organisationnel et humain, le sociétal, le juridique, la mise en évidence de propriétés émergentes propres au domaine du vivant...

L'adaptation, la transposition de techniques proposées dans d'autres domaines, est ainsi mis au service des besoins des membres du groupe avec une ambition de plus en plus élevée en matière de maîtrise des risques, optimisation et aide à la décision.

Les enjeux suivants seront intégrés aux réflexions menées par ce groupe de travail :

- Cohérence / liens avec les approches précédentes,
- « Qualification » de ces nouvelles approches par rapport aux méthodes précédentes,
- Nature de la « valeur ajoutée » apportée par ces nouvelles méthodes : mise en évidence et caractérisation, de propriétés émergentes non connues et éventuellement indésirables,
- Adaptation de ces méthodes aux systèmes connectés, distribués, décentralisés, multi répartis...
- Mesure de l'efficacité, de la Valeur Ajoutée de ces méthodes

N'hésitez pas à nous rejoindre : nous avons besoin de votre curiosité scientifique et de votre créativité pour concevoir de nouvelles approches de maîtrise de la complexité.

Réunion de lancement du GTR : mardi 10 ou mercredi 11 janvier 2017 au campus EdF à SACLAY de 10h à 13h

Animateurs du groupe : mohamed.hibti@edf.fr ; carole.duval@edf.fr ; emmanuel.arbaretier@apsys-airbus.com



Le groupe de travail et de réflexion « Facteurs Humains » de l'IMdR est heureux de vous annoncer la parution de son ouvrage collectif, fruit de plusieurs années de travaux du groupe, intitulé « *Vers un retour d'expérience prenant en compte les facteurs organisationnels et humains* ». Cet ouvrage (88 pages) peut être consulté sur le site web de l'institut.



nos projets

Deux projets IMdR sont actuellement en phase de démarrage. Des réunions préparatoires sont prévues dans le courant de l'automne entre souscripteurs potentiels afin d'engager les échanges et activités préliminaires visant à la mise en œuvre effective de ces projets dont les titres sont donnés :

- **Analyse de la perception des risques technologiques**
- **Application des nouvelles théories de l'incertain à l'aide de réseaux**

Les fiches descriptives sont accessibles sur le site web de l'IMdR www.imdr.eu. Pour toute souscription ou question relative à ces projets, adressez-vous à notre Délégué technique, John Obama.

Consultez également la liste des autres projets ouverts à la souscription et des projets en cours ou achevés à la rubrique « Projets » de notre site web.

Appel à participation à des travaux sur la sécurité pratique (sécurité de réalisation et d'utilisation)

La sécurité/sûreté de *conception*, ou *prévisionnelle*, ou *théorique*, désigne les activités traditionnelles de SdF (APR, AMDEC, arbres de défaillances, graphes de markov...) permettant de garantir un niveau de sécurité/sûreté d'un système d'une définition donnée. La sécurité/sûreté de *réalisation* ou *d'utilisation*, ou *sécurité pratique* regroupe les activités qui permettent de justifier que le produit final utilisé par le client sera « conforme » au dossier de définition du produit. La démarche peut être étendue à des enjeux de fiabilité et disponibilité élevés.

Le projet IMdR référencé P13-2 « Méthodes de démonstration de niveaux de sûreté / sécurité pratique » s'est déroulé en 2015 à l'initiative de huit souscripteurs (AREVA, CEA, CNES, DCNS, DGA, HERAKLES, MBDA, NEXTER) et avec la contribution de SECTOR en tant que contractant. Il a permis de faire un tour d'horizon des pratiques actuelles et d'identifier les apports et les limites de chacune d'elles. Il a également identifié des pistes d'amélioration de la principale norme actuellement utilisée, et il a proposé une nouvelle méthode plus qualitative et plus souple s'inspirant des méthodes de type SIL (IEC 61508, DO 178...). L'objectif est de proportionner l'effort de qualité du processus de réalisation (fabrication et contrôles) aux enjeux de sécurité ou de fiabilité et disponibilité des produits.

Une poursuite des travaux apparaît nécessaire pour continuer d'approfondir certaines difficultés et d'améliorer le référentiel de sécurité pratique actuelle. Si vous souhaitez partager votre expérience dans le domaine, venez en discuter avec nous à l'occasion du Lambda Mu de Saint Malo :

- le mardi 11/10, atelier n°3 à 17h20 : « La sécurité pratique, état de l'art et perspectives »,
- le jeudi 13/10, communication lors de la session 7F-1 à 11h : « Synthèse du projet IMdR P13-2 : proposition d'une nouvelle méthode de sécurité pratique ». Plusieurs options pourront être envisagées : création d'un GTR, groupe de normalisation, nouveau projet IMdR, ...

Point de contact : Hervé du Baret, DGA Maîtrise de l'Information, herve.du-baret-de-lime@intradef.gouv.fr

annonce d'un congrès partenaire

10th International Conference on Mathematical Methods in Reliability Grenoble, 3-6 Juillet 2017 - <http://mmr2017.imag.fr/>

Mathematical Methods in Reliability (MMR) est la conférence internationale de référence sur les méthodes mathématiques en fiabilité. MMR est le lieu de prédilection pour présenter les dernières avancées de la recherche en mathématiques sur la théorie de la fiabilité et de la maîtrise des risques (modélisation aléatoire, inférence statistique, optimisation, aide à la décision,...), ainsi que sur ses applications (vieillesse, maintenance, dégradation, pronostic, surveillance, garantie, analyse de durées de vie,...). Son objectif est de rassembler les meilleurs experts internationaux du domaine, tant chercheurs académiques qu'industriels des secteurs de l'énergie, aéronautique, automobile, ferroviaire, télécommunications, ...

Créée en 1997, MMR fêtera son vingtième anniversaire et sa dixième édition en juillet 2017 à Grenoble. Après les dernières éditions de Pékin, Le Cap et Tokyo, c'est une excellente opportunité pour la France d'accueillir MMR l'an prochain. Un accent particulier sera mis sur les applications industrielles de la fiabilité, avec des sessions dédiées et une table ronde construite avec la participation de l'IMdR. Nous encourageons les membres de l'IMdR à y présenter leurs travaux de recherche et à contribuer au succès de MMR 2017.

Olivier GAUDOIN

Grenoble INP – Université Grenoble Alpes
Président du comité d'organisation de MMR 2017

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