

## sommaire

- **Edito** p.1
- **Retour d'expérience sur le congrès de Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement** p.2-4
- **Les prix IMdR et les  $\lambda\mu$  d'or** p.4
- **La table ronde du congrès de La Rochelle** p.5-6
- **L'atelier «Stratégies pour l'évaluation de la sûreté de structures vieillissantes»** p.7
- **Les activités de l'institut** p.8

## Nouvelles adhésions : Mode d'emploi

Aidez-nous à rassembler le plus grand nombre possible d'entreprises, universitaires et individuels intéressés par une meilleure maîtrise des risques. Plus nous serons nombreux, mieux nous pourrons faire partager les expériences, mutualiser les savoirs et approfondir les méthodes.

Vous qui êtes Membres, pensez à vous mettre à jour de votre cotisation annuelle, et Vous qui souhaitez nous rejoindre, utilisez le formulaire d'adhésion placé sur notre site :

[www.imdr.eu](http://www.imdr.eu)

## Spécial « Congrès Lambda Mu17 »

## édito

Après les fastes d'Avignon, en 2008, où les congressistes avaient dignement fêté le trentième anniversaire des congrès  $\lambda\mu$ , on pouvait s'attendre à un congrès  $\lambda\mu$  17 un peu en retrait. La période de grande rigueur budgétaire qui s'est abattue sur nos entreprises en cette période de crise et qui touche particulièrement les dépenses de type "frais de mission" et "participations aux congrès" constituait également une menace. Aussi, quelle n'est pas notre joie de constater que ce congrès de La Rochelle qui s'est tenu la première semaine d'octobre 2010 a dépassé toutes les prévisions et tous les records de participations : 200 inscrits aux tutoriels du lundi et près de 500 au congrès : au total plus de 625 personnes ont participé aux travaux de cette 17<sup>ème</sup> édition de notre grand congrès. Chiffres de tous les records puisque le nombre de communications présentées a été de 180 et qu'il avait donc fallu se résoudre, pour les sessions, à aller jusqu'à 5 sessions en parallèle.

Si cette participation a été un succès quantitatif, le plus satisfaisant est encore que la qualité était au rendez-vous à en croire les nombreux retours oraux et écrits d'appréciation des congressistes.

Il faut féliciter tous ceux qui ont longuement préparé ce congrès, que ce soit sur le fond pour garantir l'intérêt et la qualité des interventions, ou que ce soit pour la logistique qui s'est révélée une fois de plus particulièrement efficace. Le thème général était l'innovation ; les grands sujets traditionnels afférents à la sûreté de fonctionnement, à la maintenance ou encore à la gestion des incertitudes ont permis de montrer que les méthodes continuaient à progresser, même si les besoins augmentent encore plus vite. Mais le congrès a aussi abordé de façon plus directe les thèmes relatifs au facteur humain et aux sujets organisationnels. D'autres innovations ont également marqué ce congrès : rencontres personnalisées entre étudiants et entreprises lors des tutoriels, table ronde avec des acteurs prestigieux de prise de risque en milieu extrême, ouverture vers les systèmes complexes, notamment avec la conférence plénière sur la gestion d'un hôpital.

Dès l'ouverture, le président de ce congrès, Yves Ramette, Directeur général adjoint de la RATP, nous lançait pour l'avenir quatre défis à relever sur des thèmes qu'il juge prioritaires : le vieillissement des grands investissements, la gestion de nos systèmes qui se complexifient au point de se rapprocher de systèmes vivants, la gestion des connaissances et l'adaptation de nos organisations et de nos modes de gestion à l'évolution de notre société. Nul doute que notre congrès de La Rochelle n'aura pas fourni toutes les réponses à ces grandes questions et qu'il y a donc encore beaucoup à réfléchir, à innover et à tester pour fournir aux décideurs les moyens de répondre à ces grands défis... Alors rendez-vous au congrès  $\lambda\mu$  18 en 2012 !

**Jean-Paul LANGLOIS**  
Président de l'IMdR

L'édiction 2010 du congrès λμ (λμ 17) s'est inscrite dans la continuité, en proposant un thème général ouvert à tous les secteurs d'activités et à leurs experts traitant de la maîtrise des risques. Mais cette édition a, de plus, traité des problématiques liées à l'ensemble des disciplines de la maîtrise des risques, passant ainsi de la pluridisciplinarité à l'**interdisciplinarité**, ce qui était nouveau dans le cadre d'un tel congrès.

Pour offrir aux managers et aux décideurs des pistes, voire des solutions conduisant à une meilleure confiance dans nos systèmes, le thème du congrès (« innovation et maîtrise des risques ») a été choisi en s'appuyant sur la nécessité croissante de répondre à des exigences de plus en plus fortes, aux impératifs de compétition industrielle et commerciale générée par la mondialisation, à l'émergence et à l'éveil économique de pays comme la Chine, l'Inde, le Brésil, etc., ainsi que sur les possibilités du génie humain qui conduit les sociétés à apporter des réponses aux défis majeurs par des innovations de natures différentes qui :

- touchent aux nouvelles techniques et processus porteurs d'avantages mais aussi de dangers (nanotechnologies, etc.),
- traitent des performances à venir en prenant des risques financiers,
- contribuent au développement de nouveaux outils et méthodes.

Le développement de nouvelles compétences a été recherché et la dimension organisationnelle (fonctionnement et/ou structure) est considérée comme un axe transversal important.

Si ces innovations valorisent et apportent des atouts indéniables à nos systèmes, elles introduisent aussi des nouveaux risques qui ne sont que partiellement connus, voire ne le sont pas du tout. Elles exposent les systèmes eux-mêmes et leurs acteurs à des dangers dont les probabilités d'occurrence sont souvent faibles, mais avec des conséquences bien supérieures à celles que nous connaissions dans le passé. L'actualité récente (catastrophe pétrolière dans le Golfe du Mexique, virus H1N1, crise des *subprimes*...) l'a bien montré et avait mis en exergue l'impérieuse nécessité de ne pas "agiter" le principe de précaution, mais bien d'appliquer à chaque problème un traitement à la juste mesure du risque encouru. D'où l'actuel dilemme dont l'issue mérite une profonde réflexion. En effet, comment tolérer la prise de risque - qui reste indispensable à la démarche d'innovation - dans une société qui a fait de l'obligation de résultat la priorité de ses préoccupations en matière de maîtrise de risques ? Vaste question !

De plus, la perception des risques s'est exacerbée avec l'accélération du changement. La focalisation des médias sur les accidents ou les simples éventualités d'accidents a amené les opinions publiques à développer une « hyper sensibilité » aux risques. Dans ce contexte, les spécialistes de la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement demeurent plus que jamais des recours (et des ressources) indispensables pour aider les entreprises à se transformer et à conserver leurs hautes performances au regard des risques industriels, environnementaux et professionnels.

Ainsi, le congrès de La Rochelle s'est-il largement ouvert aux sciences humaines et sociales qui contribuent de plus en plus à une meilleure compréhension des interactions entre les hommes, les systèmes techniques et l'environnement. Pour cela, le congrès a privilégié les communications qui mettaient en

valeur l'interdisciplinarité où les divers métiers collaborent et progressent ensemble en vue d'une meilleure maîtrise des risques industriels, professionnels et environnementaux.

En élargissant ses préoccupations et ses travaux à tous les aspects de la maîtrise des risques (technique, organisationnelle, financière, humaine et sociale), ce congrès reflétait particulièrement bien les réflexions actuelles : plusieurs acteurs socio-économiques (industriels, investisseurs, ingénieurs, consultants, spécialistes des analyses de sûreté de fonctionnement, de risque et de crise, autorités de tutelle, universitaires, chercheurs, étudiants) sont venus livrer des témoignages sur l'état d'avancement de leurs travaux et présenter les nouvelles approches répondant aux défis actuels et à ceux de demain.

180 exposés sous forme de sessions « conférences » ou « interactives » ont couvert les 32 thématiques et domaines techniques (voir le programme) selon différents points de vue : démarches méthodologiques et outils innovants, expertises, thèses, applications industrielles, stratégies d'entreprises, ouvertures de débats, propositions d'ateliers de réflexion...

Pour prendre en compte la richesse et la diversité des propositions et afin de faciliter le parcours de chaque congressiste, le comité de programme avait construit un programme par centre d'intérêt. Classées en cinq grands thèmes répartis sur cinq salles, les présentations ont permis à n'importe quel congressiste de suivre la totalité des communications proposées sur un thème donné.

A Maintenance et REX	B Apport des sciences humaines et sociales à la MdR	C Méthodes SdF	D Gestion des risques, des coûts et des incertitudes	E Innovation législation et management
A1. Vieillesse et gestion du cycle de vie	B1. Ergonomie et facteurs humains	C1. Fiabilité des composants	D1. Risques liés aux établissements de la santé	E1. Analyse de risque et aide à la décision
A2. Gestion des actifs industriels	B2. Conception des systèmes	C2. Fiabilité des systèmes	D2. Gestion environ. des risques	E2. Méthodes «Risk based»
A3. Maintenance activité et organisation	B3. Sécurité et santé	C3. Modélisation de la SdF	D3. Risques d'entreprise	E3. Systèmes programmés
A4. Optimisation de la maintenance	B4. Accidentologie	C4. Méthodes dynamiques	D4. Risques projet	E4. Approches et technologies innovantes
A5. Soutien logistique intégré	B5. Culture sécurité et de sûreté	C5. Recherche et industrie : optimisation de la maintenance dans le secteur des transports	D5. Optimisation des performances et des coûts	E5. Législation et MdR
A6. Retour d'expérience	B6. Perception du risque et communication	C6. Recherche et industrie : conception sûre et sécurité	D6. Incertitudes	E6. Législation sur les opérations spatiales
A7. Analyse des données	B7. Facteurs organisationnels	C7. Conception sûre	D7. Apport de la normalisation	E7. Management du transport spatial

Les communications interactives avaient, elles, été organisées en lien avec les sessions "conférence" pour permettre une forte interaction entre chaque auteur et son auditoire.

Ce congrès a privilégié les sessions relatives aux thématiques qui semblaient les plus importantes dans les débats actuels, qu'ils soient industriels ou sociétaux :

- Les risques projet et les risques d'entreprise qui semblent devoir être abordés de front,
  - La normalisation, la législation et leurs impacts sur la maîtrise des risques, avec une focalisation sur la nouvelle législation spatiale européenne,
  - Les innovations et les différents risques engendrés dans le domaine de la santé en général et dans les établissements de santé en particulier nous ont incité à leur consacrer une session "conférence" et une conférence plénière de clôture,
  - Le rôle central de l'homme et des organisations dans nos systèmes de plus en plus complexes place les sciences humaines, notamment l'Ergonomie et les facteurs organisationnels, au centre des préoccupations industrielles : un "grand thème" de sept sessions et une conférence plénière en partenariat avec la SELF y ont donc été consacrés,
    - Une table ronde réunissant des participants de renom a traité la manière de se préparer et de gérer une action à caractère unique en milieu hostile, avec des possibilités d'improvisation et de ressources limitées (voir article ci-après),
    - En collaboration avec le CNES, ce sont une quinzaine de communications qui ont été organisées, dont une session conférence complète dédiée au problème du spatial,
    - La gestion des risques environnementaux est une des préoccupations majeures de nos différents métiers comme l'a montré le Grenelle de l'environnement, raison suffisante pour lui consacrer une session conférence et plusieurs communications interactives.

En plus de ses conférences et débats, le congrès  $\lambda\mu$  est toujours un lieu privilégié de rencontres et d'échanges et d'approfondissement du savoir et des connaissances. Une journée de tutoriels (le 4 octobre, veille du congrès) a en particulier offert la possibilité :

- aux spécialistes, aux novices et aux étudiants de perfectionner leur savoir et leurs connaissances dans neuf champs thématiques touchant à la maîtrise des risques,
- aux étudiants et aux entreprises de se rencontrer et de présenter leurs besoins respectifs et leurs services.

## Un bilan encourageant

La tradition du retour d'expérience exige que l'on tire les enseignements de tout événement (ici notre congrès) et qu'on en trace les marges de progrès pour la profession... donc pour le prochain  $\lambda\mu$ .

### Au niveau général :

Le tableau ci-avant donne une idée globale du congrès. Force est de constater qu'il a été réussi puisque la quantité des communications, des débats et des échanges a été rejointe par leur qualité !

Ce succès peut être analysé comme la somme de quatre facteurs : **Le premier est lié à son ouverture** d'une manière sensible à l'ensemble des aspects de la maîtrise des risques, en particulier aux sciences humaines et sociales et leurs contributions à

l'optimisation des performances industrielles. Cette ouverture a été non seulement bien ressentie par les congressistes puisque plus d'un tiers des participants a pu suivre les sessions qui y étaient dédiées. Les débats étaient aussi d'excellente qualité et de bon niveau. La maturité du thème et les besoins des experts et des industriels d'intégrer dans la maîtrise des risques l'ensemble des composantes d'un système sociotechnique complexe tel que nos systèmes industriels ont été très appréciés.

Ceci dit, si les nombreuses facettes de la maîtrise des risques ont été en grande partie explorées, il faut constater que nous avons encore du chemin à faire. En effet, dans la majorité des cas nous sommes restés dans la pluridisciplinarité, dans le multidisciplinaire alors que l'interdisciplinarité était recherchée. Ceci veut dire que l'interdisciplinarité ne se décrète pas ; il faut du temps pour qu'elle pénètre notre culture et imprègne nos pratiques, comme il nous a fallu du temps avant d'évoquer et de prendre au sérieux les facteurs humains.

Face à nos systèmes de plus en plus complexes et à une mondialisation galopante, le recours à des démarches systémiques reste indispensable. Ces dernières laissent une place importante aux interactions souvent peu exploitées, voire ignorées, entre les différents niveaux, éléments, fonctions, composants et autres... Cette vision va de pair avec une implication forte des décideurs et des managers.

L'IMdR continuera à prôner cette vision et accentuer le dialogue et les échanges entre les différents métiers présents dans notre communauté. Il serait indispensable de continuer dans cette direction afin de répondre aux besoins des experts et des décideurs ainsi qu'aux attentes du terrain dans l'industrie.

**Le passage à cinq sessions en parallèle, structurées, indépendantes et complémentaires a constitué le second facteur.** En effet, le programme comprenant 5 parcours distincts (correspondant chacun à une thématique) a permis à chaque congressiste de participer aux sessions et aux conférences qui correspondaient à ses propres préoccupations : c'est déjà une sorte « d'innovation organisationnelle ». A l'avenir, il serait judicieux, dans la mesure du possible, de continuer à proposer cette forme d'organisation.

**Un troisième facteur qui mérite d'être soulevé est lié à la dimension collective du travail d'organisation effectué par le bureau du comité de programme et le comité d'organisation.** Il serait non seulement souhaitable de le maintenir mais aussi de le renforcer, car il reste indispensable à la réussite et à la bonne entente de l'ensemble des acteurs (CP, CO et la société sous traitante (ici Polynôme).

Ainsi, dans cette forme de travail, l'ensemble de l'équipe est mis en avant, toutes les tâches sont valorisées et la responsabilité individuelle et collective est renforcée.

**Enfin, la réussite du congrès est en bonne partie due à la bonne répartition des tâches au sein du BCP,** mais également à l'indépendance de chacun dans la conduite de ses actions, sous l'œil du reste de l'équipe et du président du BCP. Il paraît indispensable de maintenir l'esprit d'initiative de chacun, tout en le situant dans ce "collectif" qui demeure essentiel à la réussite du congrès.

### Les autres points :

La thématique générale « innovation et maîtrise des risques » a été le fil conducteur de ce congrès. Elle a été prioritairement traitée et discutée lors des sessions

plénières. Par ailleurs, l'innovation a été examinée selon les secteurs d'activités.

De l'avis de tous, les sessions plénières ont été une réussite. La conférence SELF et celle liée à l'hôpital ont notamment rassemblé chacune plus de 150 participants. Elles montraient l'ouverture du congrès aux sciences humaines et sociale ainsi qu'à la cindynique. Le sujet proposé par la SELF "Ergonomie, Innovation et Maîtrise des risques" a présenté aux participants non seulement quelques apports de l'ergonomie à la maîtrise des risques, mais aussi plusieurs interrogations que cette discipline soulève, eu égard à l'innovation.

L'hôpital est considéré comme un système sociotechnique complexe dans un contexte très évolutif. Le conférencier (Younès Benanteur) a présenté les atouts et les insuffisances d'un système placé d'une part sous la vigilance des usagers, des médias et de la justice, et soumis à une inflation des règlements et des normes, et d'autre part au point de rencontre d'une myriade d'organes de tutelle, de financement, de partenaires, de prestataires et de fournisseurs. Une analyse "cindynicienne" a mis en évidence la diversité des missions et des constituants. Par ailleurs, le conférencier a souligné l'impact de la co-activité qui s'y imbrique et qui aboutit à faire de l'hôpital une « usine à risques », d'où l'importance du recours aux méthodes et outils de la sûreté de fonctionnement. Cela nécessite un élargissement afin de prendre en compte la complexité humaine de la structure.

La journée des tutoriels qui a précédé le congrès a été innovatrice au moins sur deux points interdépendants. Le premier est l'ouverture importante aux étudiants des grandes écoles et des universités de la région (environ 150 étudiants ont suivi cette journée). Même s'il reste encore des marges de progrès si l'on veut encore mieux adapter le contenu à la cible étudiante, cette journée a satisfait une majorité de cette population. Le deuxième point innovant était l'aménagement des plages horaires lors de cette journée afin de favoriser les rencontres entre les entreprises et grands donneurs d'ordres et les étudiants. Ainsi quatre grandes entreprises étaient présentes et les rencontres ont été fructueuses. Par ailleurs, cette journée a aussi battu le record des industriels inscrits (une soixantaine) qui, dans leur ensemble, ont été très satisfaits.

L'exposition industrielle, placée au centre du palais de congrès a permis à l'ensemble des congressistes une fréquentation régulière et aux exposants une bonne visibilité et échanges.

Enfin, sans trahir une tradition mise en place depuis 2004, le LM 17

a récompensé les meilleurs travaux du moment, en remettant :

- **Deux prix « IMdR »** décernés aux meilleures communications de jeunes chercheurs ayant développé leur thèse dans le cadre d'une collaboration entre la recherche et l'industrie. Une sélection des communications proposées au  $\lambda\mu$  et éligibles pour ce prix a permis de créer deux sessions consacrées à des présentations de thèse de recherche soutenue depuis fin 2008. C'est à l'auteur de l'une des thèses présentées dans ces sessions que sera attribué le prix IMdR.

- **Quatre prix  $\lambda\mu$  d'or** aux meilleures communications industrielles et académiques (voir la liste des lauréats ci-après).

*Pour résumer l'histoire de cette mission  
On peut dire et clamer sans hésitation  
Que notre seul désir et notre seule vision  
C'était de réussir ce congrès avec détermination.  
Ensemble nous avons mis tant de passion  
Pour drainer nos énergies et nos actions  
Et de faire de notre grande manifestation  
Une référence sérieuse, absolue et de renom.  
C'est ainsi qu'elle a été appréciée avec raison.  
Donc, devoir accompli, quelle satisfaction!  
Plus un nuage couvrant notre horizon,  
Pour une meilleure intégration  
Des risques à la conception,  
Et montrer que notre gestion  
Avec l'interdisciplinarité tient la solution !  
Pour mieux utiliser le principe de précaution  
Et maîtriser ainsi les risques lors de l'innovation  
Et pour chanter tous ensemble avec passion  
Ainsi font, font, font les gens de la prévention.*

#### **Remerciements :**

A tous, du fond du cœur, un grand merci  
Pour cette riche collaboration réussie  
Une œuvre collective dont le seul souci  
Était de réussir et être précis  
Pour être un référent qui a choisi  
De montrer que les risques peuvent être circonscrits  
Si les épreuves nous ont endurcis  
La joie du succès est une récompense qu'on apprécie  
Le  $\lambda\mu$  17 a rendu son tablier ainsi  
Et souhaite au prochain le même récit

**Elie FADIER, INRS**

*Président du comité de programme*

### **Les Lambda Mu d'or**

- $\lambda\mu$  d'or : "Pour une meilleure confiance dans nos systèmes" : **«Pour une culture des accidents au service de la sécurité industrielle»** par Nicolas DECHY (IRSN ex-INERIS), Yves DIEN (EDF R&D) et Michel LLORY (IAO)
- $\lambda\mu$  d'or : "Méthode et Industrie «Communication conférence»" **«Modélisation probabiliste d'un circuit de voie à l'aide des réseaux de Pétri "Martin"»** par Martin COGNE, C. ARROUM et Dr. Pierre DERSIN (ALSTOM)
- $\lambda\mu$  d'or : "Méthode et Industrie «Communication interactive»" **«Regrouper les risques projets en fonction de leurs interactions»** par Ludovic Alexandre VIDAL et Franck MARLE (Ecole Centrale Paris)
- $\lambda\mu$  d'or du public : **«Modèle de Cox bivarié et copules»** par Mohamed ACHIBI et Michel BRONATOWSKI (Snecma - Groupe SAFRAN et Laboratoire de Statistique de l'Université P&M Curie)

### **Les prix de l'IMdR**

Par ailleurs, deux prix IMdR dotés d'une valeur de 1000 euros chacun ont été attribués à deux communications dans la session «recherche et industrie» :

- **«Modélisation et prévision de la dégradation du fil de contact caténaire dans l'espace et dans le temps»** par Jeanne FEILLEE, Rachid ZIANI et Marc ANTONI (SNCF) et Denis BOSQ (UPMC).
  - **«Méthode innovante intégrant la santé-sécurité au plus tôt dans la conception de systèmes techniques»** par Rima GHEMRAOUI et N. TRICOT (CEMAGREF) et L. MATHIEU (ENS Cachan).
- Les travaux éligibles correspondaient à des thèses soutenues entre l'automne 2008 et l'automne 2010, effectuées en collaboration avec une entreprise mais pas obligatoirement financées par une entreprise.

Il est de tradition, lors des « Lambda Mu », d'organiser une table ronde sur une thématique en lien avec le congrès. Ainsi, à La Rochelle, le 6 octobre 2010, s'est tenue une table ronde sur « **Gestion des risques en milieu extrême** ». Trois personnalités ayant une expérience forte en la matière avaient été invitées : MM. Lionel Ravet, adjoint au Directeur des Lanceurs au CNES, Jean-Jacques Favier, astronaute (Columbia 1996) et Marc Guillemot, skipper du voilier SAFRAN. C'est Jean-Paul Langlois, Président de l'IMdR qui a animé cette table ronde de plus de deux heures, devant un auditoire d'environ trois cents personnes.

Il est difficile de rapporter de façon exhaustive toutes les interventions et tous les échanges tant ils ont été nombreux et riches, aussi n'en retiendrons nous ici que quelques-uns, et avant tout, l'importance de l'homme dans la boucle et sa culture de sûreté.

Si les intervenants étaient tous les trois issus de milieux très différents, chacun a pu se situer dans la problématique abordée.

**Lionel Ravet** (plus de 25 ans de carrière au CNES dans les domaines de la sûreté de fonctionnement, la qualité et la maîtrise des risques) a indiqué qu'une phase de lancement de fusée était entièrement automatique et que la seule intervention humaine possible était l'ordre de destruction de la fusée. Qu'il s'agisse d'Ariane V (800 tonnes au décollage, 1300t de poussée et un passage en quelques minutes à une vitesse de 10km/s) ou d'autres fusées, les risques essentiels d'un lancement concernent les premières phases du processus (perte de la fusée et des charges utiles et impacts sur l'environnement). Mais ce sont les vols de qualification qui présentent le plus de risques et le programme a connu deux échecs : le 1er vol d'Ariane V en 1996 et le 1er vol de la version boostée en 2002 qui a bien failli faire sortir Ariane du marché, car a fait perdre la confiance des clients. L'absence de pièces détachées des versions précédentes a empêché de remonter en production les lanceurs antérieurs. Par la suite, et fort heureusement, la fiabilité a été au rendez-vous ... avec 38 réussites successives ! Pour parvenir à cette fiabilité dans un contexte organisationnel compliqué (12 pays et 70 industriels engagés), il faut partager une culture de sûreté dès la conception, sous forme de règles simples appliquées à des problèmes complexes. On peut en citer trois :

- **La prise en compte du Retour d'Expérience de nos difficultés et de celles des autres** : ainsi, au cours la mission Challenger, le défaut concernant les limites de température d'utilisation des joints d'étanchéité était connu du sous-traitant mais n'était pas remonté au niveau de la maîtrise d'ouvrage : il faut veiller à faire remonter aux "décideurs" les informations connues à la base et qui sont importantes pour la sécurité.

- **Le « Test as you fly and fly as you test »** : pour le dimensionnement des objets et la connaissance des marges, il est fondamental d'effectuer les tests dans des conditions les plus proches possibles de celles d'utilisation. Deux exemples :

• En 1996, l'échec du premier tir d'Ariane V est dû au mauvais fonctionnement d'une centrale inertielle couramment utilisée sans problème sur Ariane IV : les domaines d'utilisation étaient différents de ceux des vols d'Ariane IV et ont abouti à un

débordement du logiciel, alors que sa simulation au sol dans les conditions de vol d'Ariane V était possible,

• En 2002, le flambage du divergent à l'origine de l'échec du premier tir du lanceur Ariane V boosté a pu être reconstitué sous vide, au sol, mais n'avait pas fait l'objet d'une expérimentation avant le vol.

- **La prise en compte du facteur humain** : l'homme peut être à l'origine d'une défaillance qui échappe à l'identification des risques en conception. Ainsi, l'échec du vol 36 d'Ariane IV a été dû à l'obturation d'une conduite d'alimentation en carburants par un chiffon laissé par un ouvrier en cours de montage !

Après les risques des premiers tirs, viennent ceux de la perte de vigilance. Après plus de sept ans sans échec, la forte conviction issue du retour d'expérience est que l'homme est au cœur du dispositif : il faut en permanence le former, le motiver, le responsabiliser et le sensibiliser aux objectifs et aux risques associés : le vrai moteur d'Ariane, c'est l'homme !

**Jean-Jacques Favier**, ingénieur chercheur physicien dans le domaine de la microgravité au CEA pendant près de 25 ans (130 publications), 400 heures dans l'espace dans la navette Columbia en 1996 comme expérimentateur dans le domaine d'expériences de microgravités, 349<sup>ème</sup> astronaute sur un total actuel de 522.

Concevoir des expériences de microgravité - qui sont toujours réalisées dans l'espace par d'autres - présente un aspect frustrant. Jean-Jacques Favier a eu la chance de pouvoir réaliser lui-même, dans la navette, des expérimentations imaginées par lui comme par d'autres. Pour cela un long parcours de sélection, puis onze années de formation et d'attente ont été nécessaires pour enfin être le « n°1 », c'est-à-dire celui qui part effectivement.

L'équipage d'une navette comprend trois profils différents : pilotes (uniquement américains), ingénieurs de bord, et spécialistes de charge utile. La préparation de chaque membre d'un équipage est spécifique en fonction des tâches que chacun aura à assumer, mais pour chaque tâche il existe des ordres de remplacement et donc des formations correspondantes. Ainsi, J.J. Favier, spécialiste de charge utile, était n°5 pour le pilotage de la navette et en particulier pour la phase délicate d'atterrissage ; il a donc eu vingt heures de formation sur simulateur tandis que le pilote n°1 en avait mille.

La phase de lancement est la plus éprouvante et la plus stressante ; la navette qui pèse deux fois plus lourd qu'Ariane V au décollage atteint Mach 25 en 8'20". A l'intérieur, les vibrations basse fréquence sont terrifiantes (10cm d'amplitude). Pendant les deux premières minutes, tout est automatique et aucune intervention humaine n'est possible. Après la séparation des boosters, le pilote peut, en cas de nécessité reposer la navette. Les informations parvenant à l'équipage en vol peuvent être filtrées. Ainsi, après la perte de Challenger due à la défaillance d'un joint qui avait subi des températures trop basses pendant les trois derniers jours avant lancement (risque connu du fournisseur mais non remonté à la NASA), il avait été décidé de doubler ces joints dont le fonctionnement est essentiel pour l'intégrité de la navette. Quelque temps avant le lancement de la navette Columbia de

1996, une équipe a décidé de remplacer la colle utilisée pour fixer ces joints (colle contenant, à dose homéopathique, des substances toxiques pour l'environnement) par de la colle à l'eau ... sans pratiquer les vérifications suffisantes. Après le lancement et comme à l'habitude, la NASA a récupéré les boosters et constaté que la première couche de joint avait lâché, ce qui n'avait pas eu de conséquences fâcheuses du fait du doublement des joints. Cette information a été connue de la presse et non de l'équipage. En fin de vol, avait lieu un contact presse entre des journalistes au sol et l'équipage en orbite. Avant la conférence de presse, la NASA a dû informer l'équipage pour anticiper sur une question des journalistes !!!

En conclusion, et malgré toutes les précautions prises, le métier d'astronaute reste un métier dangereux, et si l'exploit technologique est bien là, la fiabilité objectif visant à réduire les risques à  $10 \exp(-4)$  n'a pas été atteinte puisque sur 120 vols de navettes il y a eu deux drames faisant 14 morts. De même, les objectifs économiques n'ont pas été atteints puisque les coûts ont été multipliés par 50 à 100 par rapport aux premières estimations.

**Marc Guillemot**, skipper du monocoque SAFRAN, 25 ans de compétitions, de nombreuses victoires et podiums dont 3<sup>ème</sup> au dernier Vendée Globe, élu skipper français de l'année en 2009, et premier du tour d'Espagne en 2010.

Comme les deux précédents intervenants, Marc Guillemot a une expérience qui l'amène à dire que la gestion des risques en milieu extrême qu'il vit sur toutes les mers du globe est avant tout une aventure humaine. Sa plus grande frayeur : le choc brutal, en pleine vitesse, avec un cétaqué dans le dernier Vendée Globe. Pendant quelques secondes, c'est l'attente de l'entrée massive de l'eau dans la cabine et c'est trois jours pour reprendre la pleine vitesse du bateau en confiance et sans savoir que l'impact a laissé des séquelles qui se manifesteront en fin de course entraînant d'abord des vibrations inquiétantes, puis la perte de la quille ; la course se terminera avec bonheur à la barre d'un dériveur de 18 mètres de long !

Le lien du navigateur solitaire avec "les autres" ? Ce lien est fort avec les autres marins en course. Sans pouvoir se voir, sans pouvoir se transmettre physiquement les médicaments malgré plusieurs essais, M. Guillemot a conscience d'avoir puissamment soutenu moralement par radio Yan Ellies blessé et enfermé dans son cockpit à quelques encablures en attendant les secours. De même en situation de manœuvrer un bateau de course sans quille, Marc Guillemot a été aidé par un autre concurrent, Roland Jourdain qui venait d'avoir la même mésaventure. L'aide de l'équipe au sol : elle est fondamentale dans la préparation et le réglage du bateau avant la course, elle est utile en course quand il y a des problèmes (conseils, possibilités de maquetter sur terre et d'expérimenter), mais « quand on est en situation, il y a un vrai décalage entre ce que l'on vit et ce que vivent les gens à terre ! »

## Questions-Réponses

**Q : Utilité des vols habités, possibilités en Europe ?**

**R (JJF) :** L'homme est très efficace pour régler des situations non prévues et aussi pour mener les expériences scientifiques. Pour toutes les actions répétitives et prévisibles, il faut lui préférer les automatismes. Les programmes de vols habités sont trop

lourds pour l'Europe. Quant au programme Mars, il s'agit d'un programme qui ne peut s'envisager qu'à l'échelle internationale car c'est même trop lourd pour les Etats-Unis.

**Q : Les astronautes sont-ils associés aux décisions pour la préparation des vols ? Dans le cas de la préparation des bateaux de course quel est l'engagement du skipper ?**

**R (JJF) :** Pendant les deux ans de préparation d'une mission, les astronautes sont consultés sur les options ; le retour d'expérience des vols similaires est utilisé. Par exemple, les indications figurant dans la navette sont mises dans les deux sens pour prendre en compte l'absence de gravité. Néanmoins, globalement, les astronautes doivent faire une grande confiance dans les équipes au sol.

**R (MG) :** Les courses en solitaire se préparent en équipage et le skipper n'est donc pas seul. Dans une course comme le Vendée Globe regroupant une vingtaine de bateaux de la même classe et parfois du même armateur, les gréements et équipements sont très différents et reflètent la personnalité du skipper et sa façon de concevoir la conduite de son bateau. Le travail en partenariat avec une entreprise de haut niveau technique comme SAFRAN est un atout considérable.

**Q. Qu'est-ce qui vous a le plus marqué ?**

**R (JJF) :** La phase de décollage, mais depuis l'accident sur les tuiles de protection, la phase de retour dans l'atmosphère est sans doute la plus stressante.

**R(MG) :** Le contact avec Yan Ellies en attendant son sauvetage lors du dernier Vendée Globe.

**Q : Fiabilité comparée prévisions réalisations pour Ariane, navettes et Soyouz ?**

**R. (LR) :** Ariane objectif fiabilité 98,5%, objectif dépassé aujourd'hui. Côté russe, excellentes performances du vieux lanceur Soyouz basées sur la simplicité et la robustesse des concepts et sur une bonne hiérarchisation des problèmes à traiter. Dans les contacts noués à l'occasion de la mise en service de la base de lancement Soyouz à Kourou, et malgré les questions de confidentialités très présentes, nous avons beaucoup à apprendre des russes dans ces domaines, mais nous pouvons peut-être leur apprendre symétriquement une culture de maîtrise des risques plus théorique et plus systémique

**R (JJF) :** Si les résultats de la navette ne sont pas bons (cf. éléments donnés précédemment), il faut savoir que les nombreux reports de lancement sont dus en partie à la contrainte météo (nécessité de ne pas avoir de vent pour laisser la possibilité de se reposer en cas de difficulté lors du lancement) et à une trop grande profusion de voyants d'alarmes.

## Conclusions

**Lionel Ravet :** Fiabilité Sécurité, ce n'est pas seulement une affaire de chiffres, il faut des spécialistes, mais il faut avant tout une mise en œuvre par l'ensemble des acteurs impliqués.

**Jean-Jacques Favier :** L'espace est vraiment un milieu extrême, et c'est encore plus vrai pour les vols habités. Maîtrise des Risques et Sûreté de fonctionnement sont les deux clés essentielles, et ne pas oublier que l'homme est toujours dans la boucle

**Mar Guillemot :** Il y a toujours un bon équilibre à maintenir entre prise de risques et performances.

**Jean-Paul LANGLOIS**

*Animateur de la table ronde*

## Conclusions de l'atelier 7 du congrès sur « Stratégies pour l'évaluation de la sûreté de structures vieillissantes »

L'atelier a permis de confronter les approches utilisées pour l'évaluation de la sûreté d'une structure existante et de mettre en évidence les pistes à développer, après trois exposés introductifs reflétant un point de vue universitaire (Maurice Lemaire, IFMA) concernant l'aspect méthodologique, un point de vue d'un grand industriel confronté à des installations à fort potentiel de risque (Emmanuel Ardillon, EDF R&D) et un point de vue normatif de type réglementation (Mathieu Reimeringer, INERIS).

L'universitaire souligne l'importance des données et leur caractère hétérogène. Il convient de les définir en fonction des décisions à prendre, de les acquérir puis de les modéliser. La seconde difficulté consiste à disposer d'un modèle de comportement adapté, capable de transmettre les incertitudes dans un contexte probabiliste et dans un contexte de données hétérogènes.

L'industriel a montré que les installations industrielles ont des objectifs de performances de disponibilité et de compétitivité et des contraintes de sûreté. Les approches probabilistes sont incontournables. Elles constituent un moyen rigoureux pour appréhender les risques et prendre en compte les incertitudes. Les évaluations uniquement déterministes accumulent les conservatismes et s'avèrent donc souvent pénalisantes.

L'ingénieur chargé de l'élaboration et du suivi des normes rappelle qu'actuellement les installations industrielles vieillissent. De nouveaux outils méthodologiques prenant en compte les risques apportés à l'environnement sont à développer. Des recommandations en matière d'inspections des installations et des composants sont à définir. Le vieillissement peut en outre affecter le personnel : renouvellement du personnel, défauts dans la transmission des connaissances, perte de compétences et de l'héritage technique.

La discussion après ces trois brefs exposés a été animée et particulièrement riche, montrant l'intérêt des participants (une trentaine de participants). Elle a tourné autour de quatre thèmes principaux :

- **le retour d'expérience et la surveillance** : le retour d'expérience semble montrer un vieillissement des installations, mais est-on sûr d'être effectivement en présence de vieillissement ? le retour d'expérience n'est pas suffisamment exploité, notamment pour l'analyse des dégradations, l'identification des mécanismes de dégradations, leur modélisation et l'identification des points faibles des structures (qui ne sont pas forcément les points les plus critiques identifiés en conception) ; quelle confiance attribuer à la surveillance, aux mesures de surveillance ?

- **l'analyse des dégradations et l'anticipation** : des travaux de recherche systématique de processus de dégradation manquent actuellement ; la méthodologie de l'anticipation des dégradations et des défaillances potentielles doit être développée ; des

mécanismes nouveaux, non envisagés en phase de conception, peuvent apparaître lorsque la structure est prolongée au-delà de sa durée de vie prévue à la conception ;

- **la durabilité et les marges** : on ne peut pas définir une durabilité sans une estimation des marges ; les marges sont les réserves que l'on peut consommer au cours du cycle de vie de la structure ; on peut ainsi mieux concevoir (mieux estimer une durée de vie prévue à la conception, concevoir au plus juste) et mieux maîtriser la durabilité en phase d'exploitation ; toutefois souvent on ne calcule l'impact que d'un seul mécanisme de dégradation alors que bien souvent les structures peuvent se trouver soumises à plusieurs mécanismes de dégradation, quelques-uns étant inattendus ; le retour d'expérience montre heureusement que les mesures prises pour contrer le vieillissement ne sont pas si mauvaises puisque les structures sont bien souvent prolongées et que leur comportement reste sûr ;

- **la problématique humaine et le problème de la fiabilité acceptable** : les facteurs humains semblent rarement pris en compte dans les analyses de fiabilité des structures ; pourtant des accidents récents ont montré leur importance ; l'acceptabilité du public est également un domaine prioritaire ; on ne sait pas définir une fiabilité acceptable ; pourtant ce facteur contribue fortement aux probabilités d'arrêt ou au contraire de prolongation d'une installation, bien avant l'état physique ; l'enjeu est clairement le développement de la culture de sûreté, la sensibilisation au risque et le développement de l'analyse de risque.

L'atelier a montré l'importance des approches probabilistes pour l'évaluation de la sûreté des structures vieillissantes, la nécessité de leur développement.

L'atelier a également montré que les actions pédagogiques concernant le risque doivent être poursuivies.

L'atelier a enfin mis en évidence les actions prioritaires qui relèvent aussi bien des sciences dites « dures » que des sciences dites « molles ». Du côté des premières il s'agit tout d'abord d'anticiper les dégradations à la fois par une capacité à acquérir de l'information sur l'état d'une structure et par une capacité à modéliser la physique de la dégradation : il ne peut y avoir de maintenance purement phénoménologique. Il s'agit ensuite de maîtriser l'incertain des connaissances sur les données et les modèles. La notion de marge ne peut apparaître que comme une quantité distribuée, parfois déterministe mais le plus souvent incertaine. Ce sont alors les sciences dites « molles » qui doivent nous aider à réfléchir sur l'acceptabilité du risque en fonction de sa mesure par une marge. Un sociologue et un philosophe devront apporter leur contribution. La connaissance des marges physiques ou réglementaires (ou normatives) ouvre la voie à l'inspection basée sur le risque et à l'optimisation de la surveillance.

**André LANNOY & Maurice LEMAIRE**

### • Les projets

**Les projets** (ou études multipartenaires) sont au cœur de l'activité de l'IMdR. Ce sont des lieux privilégiés d'échange et de partage d'expérience qui permettent de mutualiser les connaissances et les financements d'industriels "souscripteurs". Ceux-ci, en fonction de leurs besoins et de leurs préoccupations, orientent et dirigent les travaux qui sont confiés à un prestataire consultant, universitaire, laboratoire de recherche, ... Les projets permettent ainsi de réaliser des états de l'art, développer des approches méthodologiques, proposer des guides d'application de méthodes, d'outils ou de normes et de recenser des bonnes pratiques dans les différents domaines de la maîtrise des risques et de la sûreté de fonctionnement.

On peut citer, à titre d'exemple, le projet P09-2 qui a démarré en septembre 2010 : « Validation et représentativité d'un réseau bayésien en analyse des risques et sûreté de fonctionnement ». Il rassemble six souscripteurs - EDF, GDF-SUEZ, IRSN, RATP, SNECMA et SNCF - et devrait durer douze mois. Il est réalisé par la société ELSWARE, en collaboration avec le laboratoire LIP6 de l'université Paris VI. Le but est d'élaborer un guide méthodologique présentant différentes démarches de validation d'une modélisation basée sur la théorie des réseaux bayésiens. Grâce aux idées issues des différents Groupes de Travail et de Réflexion, plusieurs nouvelles fiches projet sont aujourd'hui proposées à la souscription :

**P10-2** : Méthodes d'évaluation de la sûreté d'une structure vieillissante – Panorama et benchmarking.

**P10-3** : Maîtrise des risques dus aux fournisseurs en phase de conception pour la fiabilisation des systèmes complexes.

**P10-4** : Création d'un outil d'expérimentation FIDES 2009.

**P10-5** : Méthodes d'analyse textuelle pour l'interprétation des REX humains, organisationnels et techniques.

**P10-6** : Aide à la décision pour la spécification de la maintenance préventive des systèmes électroniques redondants en cohérence avec les exigences de la sûreté de fonctionnement.

**P11-1** : Création d'un modèle FIDES pour les composants de type « Condensateurs à film plastique ».

**P11-2** : Création d'un modèle FIDES pour les composants de type « Potentiomètres » (potentiomètre de recopie).

Si vous avez, dans le cadre de votre entreprise, de votre groupe de travail et de réflexion ou même à titre individuel des idées de projets, prenez contact avec la commission "Produits" de l'IMdR qui vous aidera à les formaliser et les proposera, si nécessaire, à souscription.

**Leïla MARLE**  
Déléguée Technique

### • Les manifestations IMdR

Trois journées sont programmées par l'IMdR au cours du premier trimestre 2011. Vous trouverez les programmes détaillés et les bulletins d'inscription en vous rendant sur notre site web : [www.imdr.eu](http://www.imdr.eu).

**3 mars : «Gestion des obsolescences des produits et des systèmes au cours de leur cycle de vie».** L'objectif de cette journée technique sur les différents risques d'obsolescence, qu'ils soient de nature technique, technologique, commerciale, logistique ou réglementaire est de mieux faire comprendre les enjeux de l'anticipation de leur maîtrise et vise en particulier à répondre aux questions suivantes :

- comment développer une démarche globale susceptible de construire une représentation synthétique sur l'ensemble des risques liés à la montée en âge d'un système et pouvant survenir tout au long de son cycle de vie ?

- d'un point de vue purement technologique, quels sont les différents référentiels accessibles et permettant d'avoir une vision prospective sur la pérennité de composants clairement identifiés pour un métier donné ?

- quelles sont les informations que l'on peut détecter en avance de phase pour anticiper la génération d'un événement ayant trait à l'obsolescence ?

- comment maîtriser économiquement l'ensemble de ces risques et hiérarchiser les efforts ou les moyens à consacrer aux différentes questions soulevées en amont ?

À travers le partage de points de vue exprimés par différents types d'acteurs industriels ou institutionnels étatiques, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvres ou équipementiers, la journée passera en revue l'état de l'art des connaissances méthodologiques, techniques et économiques afférant à ces problématiques. Elle s'efforcera aussi de tracer l'horizon des perspectives d'innovation et d'amélioration sur les aspects les plus sensibles.

**22 mars : «Journée Jeunes Ingénieurs et Jeunes Chercheurs».** Dans le but de promouvoir la maîtrise des risques et ses acteurs, et en particuliers d'inciter les jeunes à s'investir dans cette voie, l'IMdR organise cette journée dédiée aux jeunes ingénieurs et aux jeunes chercheurs. Cette troisième journée, après celles de 2009 et de 2010 qui avaient rencontré un gros succès, vise à présenter des travaux de recherche qui reflètent les préoccupations académiques et industrielles de la Maîtrise des Risques. L'objectif est de réunir des jeunes chercheurs des milieux universitaires et industriels dont les travaux couvrent un large spectre de la maîtrise des risques.

**5 avril : «Méthodes déterministes et probabilistes d'estimation du risque sismique».** Cette journée a été préparée en partenariat avec l'Association Française de Mécanique, l'Association Française du génie Para Sismique, l'Association Française pour la Prévention des Catastrophes Naturelles et l'Institut Méditerranéen des Cindyniques. Elle vise à faire un tour d'horizon des méthodes de maîtrise des risques et de sûreté de fonctionnement actuellement utilisées et d'identifier les pistes de progrès qu'il conviendrait de développer dans le futur.

Toute l'équipe de l'IMdR espère avoir le plaisir vous accueillir à l'une ou l'autre de ces journées. Le programme des manifestations du deuxième trimestre sera publié ultérieurement.

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

Tél. : 01 45 36 42 10 • Fax : 01 45 36 42 14 • E-mail : [imdr@orange.fr](mailto:imdr@orange.fr) • N° ISSN 1639-9706

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

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

Directeur de la Publication : Jean-Paul Langlois - Directeur de la Communication : Anne Barros - Délégué Général : Jean-Pierre Petit

Conception et réalisation : MURCAR Graphique - [www.imdr.eu](http://www.imdr.eu) - Chargée du site : Sophie Godel

**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