

Manifestation récente

Journées scientifiques de printemps

Risques Naturels et Anthropiques Méthodes d'analyse

Yenne, 8 et 9 mars 2007

A l'initiative de Polytech Savoie et de Pascal Perrotin ont été organisées ces journées, destinées aux chercheurs confirmés et aux jeunes chercheurs. Les journées étaient organisées de manière à alterner des présentations à caractère finalisé reposant sur des études de cas et des présentations sur les outils et les méthodes. Plus de quarante personnes ont pu profiter d'échanges très riches. Les étudiants inscrits en thèse pouvaient faire valider leur participation à ces journées dans le cadre de leur formation doctorale.

Un résumé de chaque exposé est fourni dans les pages suivantes. **Le contenu détaillé des exposés est accessible sur le site Web du GIS.**

12 mars 2007

Journée « Durée de vie et coût global » Sénat - Paris

Les locaux du Sénat ont accueilli une journée consacrée à la prise en compte des concepts de durée de vie et de coût global dans la gestion patrimoniale des ouvrages et des parcs d'ouvrages. Le CSTB était l'une des chevilles ouvrières de cette manifestation, au cours de laquelle il a présenté l'état d'avancement d'une plate-forme informatique destinée à accueillir une base de données technologique sur les produits de construction. Cette initiative s'inscrit dans une logique de développement durable et de meilleure gestion des ressources.

Le GIS MRGenCi était invité à présenter ses travaux dans le domaine de la gestion patrimoniale prenant en compte le vieillissement des infrastructures et les risques qui peuvent en découler. F. Schoefs et D. Breyse ont ainsi fait part des enjeux scientifiques d'une telle approche, et ont confirmé l'intérêt de développer une base de données « composants », qui documente les propriétés et les durées de vie, en tenant compte des dispersions et des incertitudes statistiques sur ces informations.

5 décembre 2006 – Pessac Risques en Ville

Les partenaires du Projet RIVIERA (Risques en Ville, Equipement, Réseaux et Archéologie), financé par le RGC&U, ont organisé un colloque de fin de projet, à l'attention des acteurs de la ville (services techniques, décideurs, gestionnaires).

Ont été exposés à cette occasion les principaux résultats du Projet RIVIERA : modélisation tridimensionnelle de la géométrie et des propriétés des sols de surface, applications aux propriétés géotechniques, à la gestion des infiltrations dans les réseaux d'assainissement et à la connaissance archéologique. La démarche repose sur la théaurisation des informations relatives aux formations superficielles dans une Base de Données unique, en employant un référentiel descriptif utile pour les différentes applications. La modélisation repose sur l'emploi de la statistique et de la géostatistique, qui permet d'apprécier localement les valeurs moyennes et les incertitudes des paramètres étudiés (épaisseurs de couches, propriétés mécaniques ou hydrauliques...). C'est pour l'application aux réseaux que la dimension « risque » a été la plus approfondie, avec une cartographie de la susceptibilité des sols aux infiltrations, qui croise des informations de différentes natures (position de la nappe superficielle, profondeur du réseau, perméabilité des sols), chacune de ces informations étant reconstruite à l'échelle du bassin-versant.

D'autres collectivités (Lyon, Grenoble, Poitiers) ont partagé leur expérience dans le domaine des risques, concernant principalement les risques d'origine géologique (falaises à Poitiers, chutes de blocs à Grenoble, instabilité de pentes à Lyon) ou hydrologique. Une table – ronde à laquelle participait le Président de la Région Aquitaine, M. Alain Rousset, a permis d'aborder la question cruciale d'une meilleure valorisation des données urbaines. **L'ensemble des exposés de la Journée est accessible sur le site Web du GIS.**

Journée d'études du 23 mars 2006 Publication des Actes

Les actes de la Journée d'études du 23 mars 2006 (Ingénieurs et Chercheurs face aux risques) organisée avec l'aide de la SMABTP ont fait l'objet d'une publication extensive sous la forme de deux numéros des Annales du Bâtiment et des Travaux Publics. **L'ensemble des présentations faites au cours de la journée est en outre accessible via le site du GIS.**

Gestion du patrimoine portuaire : enjeux, pratiques et attentes Mardi 20 mars 2007 – Nantes

Le GIS a parrainé une journée technique organisée dans le cadre du Pôle de compétitivité Génie Civil Ouest, organisée par l'Université de Nantes (GeM) et la société Oxand, tous deux partenaires du GIS.

La journée a permis des échanges autour des enjeux, des pratiques existantes de maintenance des infrastructures portuaires et de témoignages et des attentes des gestionnaires. Elle s'est appuyée pour partie sur le retour d'une enquête nationale menée dans le cadre du projet GEROM auprès d'un grand nombre de ports autonomes. La journée s'est achevée par une table-ronde présidée par B. Théret, président du Pôle de Compétitivité Génie Civil Ouest.

Contact sylvie.maisonneuve@univ-nantes.fr

Formation aux risques

Projet Cyberrisques

Le Projet UNIT « Cyberrisques », consacré au développement de ressources pédagogiques dans le domaine des risques en génie civil poursuit en 2007 le travail amorcé en 2006. Gérard Sauce, de l'Université de Savoie, a rejoint les 8 partenaires déjà regroupés au sein du projet. Le projet est destiné à permettre l'autoformation, mais aussi à servir d'appui à des formations existantes au niveau Master.

La mise en place des ressources pédagogiques s'articule autour du « parcours » de l'internaute Cyberrix. On peut ainsi accéder aux ressources de plusieurs manières :

- soit de façon séquentielle, en découvrant progressivement différents aspects de la maîtrise des risques (concepts de base, définitions, outils et techniques d'estimation des risques, procédures de management, gestion patrimoniale, législation...) avec des exercices appropriés,
- soit en suivant des exemples détaillés qui servent de « fil rouge » et s'appuient sur les modules précédent.

La maquette accueillera aussi des « projets tutorés », un lexique détaillé des risques, et, à terme, une base de données sur les défaillances et accidents. Les premiers modules livrables ont sont disponibles sur l'espace membres du site Web du GIS.

Contact h.niandou@cdga.u-bordeaux1.fr

Atelier fiabilité - AUGC Bordeaux 24 mai 2007

L'Université Bordeaux 1 accueillera du 23 au 25 mai 2007 les 25èmes Rencontres Annuelles de l'ASSOCIATION Universitaire de Génie Civil. Au cours de ces rencontres, Franck Schoefs, membre du GIS MRGenCi organisera, sous l'égide de l'AUGC

et de l'Association Française de Mécanique un Atelier d'une demi-journée consacré à la fiabilité en Génie Civil.

Contact Franck.schoefs@physique.univ-nantes.fr

Des projets de recherche avec un « Label GIS MRGenCi »

Suite à une recommandation du Conseil Scientifique du GIS, une procédure de labellisation reposant sur une expertise des projets de recherche a été mise en place et validée en 2006. Bénéficiaire du label témoigne d'une reconnaissance objective de la qualité scientifique du projet et accroît sa lisibilité. Par ailleurs, le GIS s'engage à offrir un accompagnement aux projets labellisés et à compléter la diffusion des projets et de leurs résultats.

Les informations relatives à la procédure de labellisation sont disponibles sur le site Web du GIS. Plusieurs projets viennent de demander et d'obtenir la labellisation en avril 2007. Cette demande peut être faite pour des projets qui sont en phase de montage et dont le financement n'est pas encore assuré, ou pour des projets qui viennent de s'engager. Ceux d'entre vous qui souhaiteraient engager cette procédure doivent prendre contact avec Daniel Boissier, Directeur Scientifique du GIS.

Contact Daniel.boissier@cust.univ-bpclermont.fr

Informations diverses

Thierry VERDEL nous a informé de l'ouverture du site Internet **RINATECH** www.rinatech.org, qui met en ligne des informations, des cours et des possibilités d'autoévaluation sur les risques naturels et technologiques. Le Projet Leonardo RINATECH donne accès à des cours d'initiation aux risques et à leur évaluation, à des outils d'évaluation, ainsi qu'à un centre documentaire.

Le CERIB cherche à recruter un spécialiste du risque pour monter une cellule **Ingénierie de la Sécurité Incendie**.

Contact a.chefdebien@cerib.com

Le CNISF souhaite engager un travail dans le cadre de **l'ingénierie forensique**. Cette discipline, largement développée dans les pays anglo-saxons, repose sur l'analyse des accidents et des défaillances pour en tirer des leçons qui permettent de mieux maîtriser la sécurité. Le projet sera présenté le 25 mai au Comité Génie Civil du CNISF.

Contact rhrouimi1@free.fr

Merci de nous faire connaître les communications et/ou publications que vous avez pu faire dans le cadre de vos activités au sein du G.I.S.

Analyse de risques et aménagement hydraulique pour la prévention des inondations (L. Peyras, Cemagref)

Description de la démarche d'analyse de la sûreté de fonctionnement du système :

- analyse fonctionnelle (externe – avec les interactions entre le milieu environnement et le système technique – et interne, avec les relations entre les différents composants du système),
- analyse des modes de défaillance (causes possibles et effets possibles) par un panel d'experts multidisciplinaire, et construction des scénarios,
- évaluation des effets. L'estimation des probabilités élémentaires de défaillance peut résulter d'un modèle mécanique qui fournit un degré de fiabilité, ou sur une analyse fréquentielle (retour d'expérience), sur un dire d'expert. On en déduit les probabilités de chaque scénario,
- affichage des risques, comparaison de solutions alternatives de traitement des risques et établissement de propositions (travaux, surveillance, entretien...).

La démarche est collective et conduit les personnels de différents services à collaborer. L'une des limites de l'approche développée (sur cet exemple) est de n'avoir pas pris en compte la vulnérabilité des enjeux affectés par les défaillances.

Maîtrise des risques projets (J.F. Barbet, Sector)

En s'appuyant sur l'exemple du feu rouge grillé, on met en évidence les notions d'enjeux, de risques... la difficulté de percevoir le système dans sa globalité, la diversité des manières de percevoir selon le décisionnaire ou le contexte...

La démarche de maîtrise des risques projet permet que l'ensemble des acteurs identifie ensemble les enjeux et identifie ensemble les critères de risque et leur degré d'acceptabilité. Elle permet de gérer les dangers, et de saisir les opportunités.

Les risques de nature multiple (financier, politique, organisationnel, technique, humains...) doivent être identifiés, puis hiérarchisés et traités. On doit aussi intégrer aussi la facette positive des risques (opportunités).

On prend l'exemple du projet de métro automatique (système de type VAL pour Roissy), dans lequel la maîtrise des risques de projet assiste la maîtrise d'ouvrage. Les échelles de gravité sont relatives au coût, aux délais, à l'image, aux performances... 250 risques ont été identifiés au fil de l'étude, et traités au fil du projet (gestion d'un « portefeuille des risques »)

voire transmis, pour les risques résiduels, à l'exploitant futur.

La gestion durable par les risques des infrastructures de génie civil (B. Capra, Oxand)

La démarche est explicitée sur un système de canalisations d'eau de mer en béton armé à âme tôle, soumises à la corrosion. Ces canalisations font partie du système de refroidissement d'une tranche de centrale nucléaire. Le problème consiste à quantifier l'évolution de la sécurité au fil du temps, et les coûts induits. Il faut prendre en compte les contraintes d'exploitation (fonctionnalité et disponibilité des infrastructures).

La stratégie d'étude est dérivée de l'analyse de risque. Elle combine l'analyse mécanique fine (des phénomènes de corrosion, de leurs conséquences mécaniques, de leur détectabilité) et tient compte de l'incertitude sur les modèles (par exemple sur les lois d'évolution temporelle de la corrosion) et de la possibilité de suivre les évolutions (monitoring dédié).

Elle permet de choisir la décision de maintenance (dans ce cas, en justifiant d'attendre un futur contrôle décennal pour procéder à la réhabilitation de l'infrastructure).

Maîtrise des risques liés aux avalanches (D. Boissier)

Le phénomène de l'avalanche est un aléa, mais pas un inconnu. De nombreuses connaissances sont accessibles (statistiques d'accidents, mécanismes en jeu...) mais la prévision reste difficile. Le contexte du risque avalancheux est lui-même complexe (enjeux, interactions socio-économiques et en termes d'image...).

Dans le cadre d'activités de recherche, il convient de mener des recherches « amont » sur les aléas (dynamique des avalanches, caractérisation du manteau...) et les enjeux (vulnérabilité des infrastructures), mais aussi aux relations avec les partenaires socio-économiques (et leur intérêt concret à mieux connaître les risques). Le constat est qu'une meilleure connaissance des risques pourrait conduire à un transfert de responsabilité vers les gestionnaires... ce qui peut limiter leur volonté d'en savoir plus !

Diagnostic et évaluation des risques incendies d'une construction et de sa mise en sécurité (J.C. Mangin, Polytech' Savoie)

On se différencie de la démarche purement réglementaire de la sécurité incendie, dans le cadre d'une approche risque « ISI » (Ingénierie sécurité incendie). La démarche, après définition des objectifs de mise en sécurité, consiste à décrire le système bâtiment, à définir des scénarios de départ de feu, à simuler et à évaluer les conséquences. On procède par itérations, en intégrant des mesures de sécurité et en simulant leurs effets, jusqu'à satisfaire les objectifs.

La description du système intègre le bâtiment lui-même, son environnement, les occupants. En utilisant des bases de données statistiques et des données d'experts, on peut placer des locaux dans un repère (probabilité, gravité) pour quantifier les départs de feu.

La simulation permet d'évaluer les conséquences en termes de biens, de structures, de personnes et d'environnement. Elle repose sur une description fine des événements, des sources de danger (température, hauteur de fumée), mais utilise des modèles physiques simplifiés à l'échelle des locaux.

On utilise pour les simulations des réseaux de Petri qui décrivent un système sous la forme de graphes (états et transitions entre états, reliés par des arcs). Ils permettent l'échange de messages booléens (vrai/faux) entre transitions et sont adaptés à la description de l'évolution d'un système au cours du temps (évolution conditionnée par des messages externes et/ou par des délais internes, déterministes ou aléatoires).

On utilise les réseaux de Petri « génériques » pour décrire des sous-systèmes du bâtiment. On peut intégrer les situations de danger, le comportement des ouvertures, des occupants, de l'état des locaux, des systèmes de sécurité... Ces réseaux échangent des informations au cours du temps et sont couplés par une boucle globale au modèle physique (de développement du feu). Les transitions sont gérées par les valeurs des paramètres

La méthode trouve des applications pratiques dans le cadre de la rénovation d'un ensemble hôtelier. Elle permet de montrer que le respect de la réglementation n'élimine pas le risque, et de proposer des solutions maîtrisées.

Approches bayésiennes et chaînes de Markov (T. Verdel – LAEGO Nancy, et B. Capra, Oxand)

On rappelle les modèles permettant de décrire des phénomènes temporels aléatoires :

- les processus de Poisson sont utilisés pour décrire des phénomènes aléatoires dont les occurrences aléatoires ont une loi constante au cours du temps,

- la marche aléatoire,

- les processus de Markov, pour lesquels les probabilités de transition ne dépendent que des états actuels (processus sans mémoire).

Les probabilités bayésiennes s'intéressent aux probabilités des causes, connaissant les conséquences. La difficulté consiste à identifier les probabilités *a priori*, qui conditionnent l'estimation *a posteriori*. On illustre leur utilisation pour identifier les causes de la corrosion dans le béton, à partir de mesures faites sur les ouvrages (profondeur de corrosion, résistances mécaniques mesurées sur carottes). Le processus est modélisé de manière probabiliste et les données de mesure permettent d'actualiser les distributions des paramètres aléatoires. Les résultats demeurent cependant sensibles à la connaissance *a priori* sur les distributions utilisées, et ne sont valides que dans la mesure où la modélisation physique est pertinente.

Lois de survie : application à l'évolution des dégradations de chaussées (D. Boissier - U. Clermont, T. Lorino – LCPC) et aux produits de construction (A. Talon, U. Clermont, J. Hans – CSTB)

La durée de vie se définit par rapport à des fonctions à satisfaire. Elle peut être calculée à partir de la probabilité de défaillance sur des durées successives.

La question de la durée de vie est confrontée à la difficulté de gérer des échelles diverses, en particulier temporelles. On distingue les durées de vie prévues par le projet, la durée réelle de vie de l'ouvrage, la durée estimée (par le diagnostic), la durée de vie après réhabilitation....

La durée de vie est incertaine, pour de multiples raisons : incertitude de réalisation, sur les facteurs et les cinétiques de dégradation, sur les opérations de maintenance, sur les états-limites.

On modélise l'évolution des performances : taux de défaillance, fonction de survie ou loi de durée de vie. Les fonctions utilisées sont diverses : exponentielle, Weibull, La fonction de hasard mesure la variation du taux de défaillance au cours du temps. Elle est souvent en forme de « baignoire » (défaillances prématurées, taux stabilisés puis usure...).

Le patrimoine de chaussées regroupe des objets de nature très variée, dans des environnements divers, avec de multiples méthodes de réhabilitation, d'efficacité incertaine. Les mécanismes de dégradation sont eux-mêmes complexes et comportent une part d'incertitude. On peut identifier, à partir de l'exploitation statistique des bases de données routières, les lois de survie des tronçons de chaussée, en fonction de leur « profil » de paramètres. Les paramètres retenus sont ceux que l'analyse statistique retient comme significatif.

On peut aussi avoir à unifier des données provenant de diverses sources et à agréger des informations à plusieurs échelles, pour obtenir une évaluation plus complète. Il s'agit d'obtenir une mesure consensuelle et un (ou des) indicateur(s) de la qualité de cette mesure, à partir de données multi-sources et/ou multi-échelles. Il faut s'interroger sur la qualité des données, qui est évaluée à partir de plusieurs critères (imperfection intrinsèque, imperfection de représentation – modèle de donnée - , imperfection d'utilisation – adéquation). L'unification fait appel aux concepts de la fusion des données (plausibilité, croyance).

Une action en cours vise à développer une plateforme « produits de construction » permettant de structurer et de d'échanger des données relatives à la durée de vie des produits. Des experts ont établi des grilles de structuration de la connaissance nécessaire à la caractérisation du vieillissement. La deuxième étape est la capitalisation des données, par des questionnaires, utilisateurs, fabricants... La base de données pourra être ensuite largement exploitée dans une logique d'analyse globale de cycle de vie et d'impact environnemental.

Pollution des sites et des sols (A. Pantet, ESIP Poitiers)

Les sols sont, de longue date, affectés par les activités humaines. La fonction épuratrice du sol a des limites. Un site pollué présente un risque pérenne, réel ou potentiel, pour la santé humaine ou l'environnement, résultant des activités humaines, présentes ou passées (décharges, dépôts de déchets, retombées ou infiltrations de substances polluantes liées à des activités industrielles ou de transport, sites industriels en activité ou passés).

La prévention et la gestion des risques passe par le recensement (inventaires historiques en cours, actuellement 186 000 sites recensés), l'évaluation des risques (guide «modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués» - MEDD 8/2/2007) avec un objectif de reconquête des friches urbaines. Une des difficultés est de gérer les critères d'acceptabilité des risques.

La démarche repose sur l'interprétation de l'état des milieux - IEM - (site et voisinage avec les impacts sur l'eau, l'air, le transfert alimentaire, la biodiversité), compatibles ou non avec les usages existants ou prévus. Si on envisage des travaux, on procède à une analyse coût-avantage et on met en place un plan de gestion avec analyse des risques résiduels. Force est cependant de constater que les textes réglementaires sont plus avancés que les pratiques ne sont diffusées.

Sur le plan scientifique, il reste beaucoup à faire sur la chaîne : sources – voies de transfert – cibles intermédiaires – cibles humaines. Les textes les plus récents privilégient une estimation des risques sur les cibles « santé humaine », au lieu de fixer des seuils arbitraires qui peuvent conduire à des dérives.

Vulnérabilité des systèmes hospitaliers à l'aléa sismique (G. Sauce, Polytech'Savoie)

La finalité du gestionnaire est la gestion des ressources immobilières pour supporter l'activité hospitalière, avec pour objectif d'assurer la continuité de service. La maîtrise des risques est un support indispensable de la politique de gestion patrimoniale. Le regard du gestionnaire est donc focalisé sur les enjeux.

Le système hospitalier implique de nombreux domaines techniques, mais le gestionnaire n'est pas en général un spécialiste des risques, mais on souhaite qu'il s'approprie la démarche. La recherche présentée porte sur la maîtrise des risques en cas de « séisme modéré » (dans cette situation, la question reste du ressort du gestionnaire). L'objectif est de connaître l'impact sur la continuité fonctionnelle (on travaille à l'échelle de la vie de l'ouvrage, soit plusieurs dizaines d'années).

Les études existantes sont le plus souvent focalisées sur la vulnérabilité de la structure-bâtiment, mais ne prennent pas en compte le système hospitalier, trop complexe pour pouvoir être modélisé directement. Puisqu'on vise une évaluation de la vulnérabilité à un niveau sommaire, on choisit de le simplifier en identifiant des systèmes critiques

(ascenseurs, climatisation...) dont on analyse séparément la vulnérabilité (à l'échelle des composants et du système), puis l'interaction spatiale. On reste le plus souvent à une description qualitative des vulnérabilités, par manque d'informations fines, d'ailleurs pas indispensables dans une première démarche grossière.

On se heurte aussi au manque de connaissances sur des questions-clés, comme la vulnérabilité sismique des ascenseurs ! L'étude exploratoire est menée avec le centre hospitalier de Chambéry.

Les techniques de CND pour le risque environnemental des structures marines (F. Schoefs, U. Nantes)

Les plate-formes offshore présentent des enjeux importants. La vulnérabilité des structures tubulaires support doit être appréciée. Le contrôle non destructif (CND) permet d'inspecter les joints entre les tubes, de manière à détecter des fissures en cours de propagation ou des épaisseurs corrodées.

Les défauts sont classés en familles (de taille et de forme), pour lesquelles on sera capable de prédire les conséquences en termes de fiabilité. Le CND a des limites, modélisées par les probabilités de détection – POD – et les probabilités de fausse alarme – PFA –, qui conduisent à des décisions inappropriées. On peut construire des courbes ROC (reliant PFA à POD) pour quantifier les capacités des techniques, soit par des calibrations en laboratoire, soit par le retour d'expérience (campagnes de mesures in situ, validation des techniques, rôle de la variabilité du matériau...).

Ces données sont introduites dans un modèle global de l'inspection – maintenance, dans lequel elles conditionnent les décisions. On peut alors quantifier les conséquences sous forme économique (coûts de défaillance, de réparation – bien ou mal fondée, d'inspection).

Les méthodes qualitatives d'analyse de risque (A. Talon U. Clermont, L. Peyras, Cemagref)

Les méthodes d'analyse de risques peuvent être classées selon trois paramètres : qualitatives ou quantitatives, inductives ou déductives, statiques (états) ou dynamiques (évolutions d'état).

L'AMDE (analyse des modes de défaillance et de leurs effets). Pour chaque composant, on analyse les fonctions à satisfaire, les modes de défaillance, les causes et les effets. Elle peut être conduite sur le produit (ouvrage en service) ou le processus (ouvrage à construire).

L'arbre des événements consiste à analyser puis à représenter les combinaisons des modes de défaillance sous forme de scénario.

La méthode de l'arbre de défaillances consiste à déterminer, en partant de l'événement, à reconstruire les combinaisons de causes qui ont pu conduire à cet événement.

Ces trois méthodes sont appliquées à titre illustratif sur un barrage en remblai à étanchéité amont. Dans tous les cas, l'analyse système est indispensable (on

peut agréger les fonctions des composants, ou décomposer les fonctions du système). Le choix de la méthode particulière dépend du but recherché, et du degré de finesse des informations disponibles/recherchées.

Modélisation de la variabilité spatiale et simulation (D. Breysse, A. Marache, U Bordeaux 1)

La géostatistique permet d'identifier les propriétés relatives à la structuration spatiale des milieux hétérogènes (ou à la structuration temporelle de processus stochastiques). Elle repose sur un outil de base, le variogramme, dont on explique comment il peut être construit à partir des mesures. Les caractéristiques usuelles des variogrammes expérimentaux sont commentées (portée, palier, dérive, effet de pépite et on détaille quelques aspects liés à l'identification de modèles de variogrammes.

Deux types de simulations sont possibles : krigeage et simulation conditionnelle, qui tient compte des données disponibles.

Les exemples présentés relèvent principalement de la géotechnique, et de l'interaction sol-ouvrage. On montre le rôle essentiel joué par les dimensions respectives taille d'ouvrage/longueur de corrélation dans le sol et, pour les problèmes mécaniques, par les rapports de raideur sol/ouvrage.

La mise en œuvre du formalisme géostatistique permet, en analyse de risque, de montrer que les solutions déterministes usuelles ne sont pas conservatives. Elles donnent accès, sous réserve de connaître la variabilité des propriétés et les longueurs de corrélation du sol, aux distributions statistiques de la réponse de l'ouvrage. Des applications sont illustrées dans les domaines des fondations et des canalisations enterrées.

Les méthodes fiabilistes pour l'approche risque (F. Duprat, LMDC Toulouse)

Les méthodes FORM/SORM visent à estimer la probabilité de défaillance à partir du point dont la probabilité de défaillance est la plus élevée.

Le formalisme bayésien peut être utilisé pour explorer l'ensemble des scénarios de défaillance, mais il requiert de quantifier l'ensemble des probabilités de défaillances et leur dépendance. Leur avantage est qu'elles formulent explicitement le problème et qu'elles permettent un recalcul immédiat si l'on dispose d'une information nouvelle.

Les méthodes fiabilistes reposent sur les simulations. On génère des échantillons de variables aléatoires (corrélées ou non) et on simule le comportement du système, en faisant éventuellement appel à une routine externe pour reproduire les processus chimiques ou mécaniques en cours. Le recours à des simulations conditionnées permet de réduire le nombre de simulations nécessaires pour estimer la probabilité de défaillance.

On montre l'apport d'algorithmes permettant d'améliorer la stabilité et la vitesse de convergence lors du calcul de l'indice de fiabilité. Cet indice permet de faire des études de sensibilité, pour trouver les

paramètres les plus influents, sur lesquels on pourra porter les efforts de mesure.

Discussion – débats - problèmes émergents

Un tour de table permet d'identifier et de discuter des préoccupations partagées:

- comment mieux apprécier les **dangers** (ex. des paravalanches), par une meilleure connaissance des mécanismes physiques ?
- comment identifier (ex. des argiles/pollutions) les paramètres qui sont les plus importants dans le matériau vis-à-vis des risques qui lui sont liés ?
- comment mieux apprécier les **mécanismes** de détérioration et leurs **conséquences** sur les performances globales, en intégrant les aspects fiabilistes ?
- comment évaluer les **vulnérabilités** dans les zones protégées (risques naturels), en intégrant des informations relatives à d'autres domaines (SHS) ?
- comment avancer sur les concepts de **vulnérabilité aux différentes échelles** ? comment intégrer des éléments importants relatifs à la gestion de crise ?
- comment développer une **approche système « globale »** qui traite des risques à l'échelle du patrimoine urbain, qu'il s'agisse de risques majeurs ou de risques diffus (y compris les aspects cycles de vie des ouvrages) ?
- comment résoudre un problème par les risques quand on **manque** cruellement **d'informations**, que ce soit sur les sources de danger ou les processus ?
- comment **exploiter les informations accumulées** relatives aux pathologies/sinistres pour mieux maîtriser les risques ? comment et à quel degré introduire les statistiques et probabilités ?
- comment mieux **recueillir et gérer les données** susceptibles d'améliorer la gestion des risques (gestion de patrimoine, cycle de vie dans la construction, risque sismique) ?

Des points qui auraient pu être abordés et qui le seront probablement lors de futures journées du GIS : processus stochastiques, réseaux de neurones, aide à la décision, politiques de maintenance...

Des thèmes qui pourraient guider des projets collectifs ces prochains mois : approche système de la vulnérabilité, retour d'expérience, bases de données, risque de projet.

La problématique « risques » apparaît comme un point de rencontre original, peut-être unique, pour les chercheurs « généralistes » en génie civil. Dans un tel domaine, des spécialistes issus de champs différents (matériaux, ouvrages, géologie, mécanique, CAO...) peuvent partager des préoccupations et des méthodes, entre eux et avec des généralistes. Les objets et les applications (risques liés aux constructions et aux aménagements...) constituent le socle fédérateur.

F. Schoefs fait état d'un projet de formation en relation avec l'Ecole Doctorale de Nantes, qui pourrait être en 2008 l'occasion d'organiser une deuxième session de ces journées scientifiques.

Directeur de la publication :
D. Breysse, d.breysse@cdga.u-bordeaux1.fr
Comité de rédaction :
D. Boissier, B. Gérard, V. Melacca, P. Perrotin