



La formation au management des risques dans les projets de génie civil et urbain

« Mallette pédagogique »

**Document à l'usage des services formation/RH,
des formateurs et des organismes de formation**

Juin 2011

Sommaire

Le projet GERMA

Introduction

1. La formation au management des risques : constat sur la situation actuelle en France

2. Quelques pratiques en Europe

3. Cadre pour une offre nouvelle

4. Les besoins identifiés

5. Proposition de catalogue

6. Proposition de contenu

Conclusion

Annexes (extraites du rapport final du projet Germa)

A.1 Sommaire du rapport final

A.2 Modèle de fiche de poste d'un Coordonnateur du Management des Risques d'un projet

A.3 Exemple d'étude de cas

A.4 Les biais cognitifs face aux risques

A.5 Bibliographie

Le projet GERMA

Ce document, publié dans le cadre du projet GERMA¹, est le fruit des travaux d'un groupement conduit par Artelia et comprenant EGIS, IOSIS, Tractebel Engineering, Vinci Construction, le LEESU-Génie Urbain², le CGDA³ et le GRID⁴. Ce projet était labellisé par les Pôles de compétitivité Advancity et GIS-MRGenCi⁵ et a bénéficié d'un financement de l'Agence Nationale de la Recherche.

Ce projet visait à développer une démarche adaptée de management du risque projet, à contribuer à une meilleure diffusion de ces techniques et à sensibiliser les acteurs à l'intérêt de ces approches.

La présente « **mallette pédagogique** » est l'un des sortants de ce projet. Les autres documents produits dans le cadre de ce projet de recherche sont :

1. le **rapport final** qui décrit la démarche et rassemble toutes les analyses et propositions qui ont été faites
2. le « **Guide de Recommandations pour le management des risques dans les projets de Génie civil et urbains** » de juin 2011 qui propose une démarche de management des risques, à l'intention des professionnels du génie civil et urbain, permettant d'anticiper les risques susceptibles d'intervenir au cours du projet, d'en gérer les conséquences voire de profiter des opportunités qu'ils peuvent représenter.
3. un **rapport de synthèse sur le management des risques dans les projets de Génie civil et urbains**
4. un **aide-mémoire** de vulgarisation

Ce projet de recherche est né du constat d'une insuffisante prise de conscience des risques encourus sur les projets. Les certitudes techniques, balayant les réticences de certains à s'engager trop loin sans analyse poussée des dérives possibles, résultent le plus souvent d'informations insuffisantes, peu claires ou d'interfaces mal analysées. Le risque d'un projet complexe est collectif et doit donc trouver une réponse collective. Or beaucoup de projets rencontrent des difficultés inattendues et les chefs de projet sont amenés à gérer des situations délicates en mode réactif. Ce n'est pas la gestion des risques, c'est de la gestion de crise.

Le processus de gestion des risques permet de réduire les situations de crise. Bien que des événements inattendus puissent toujours se produire, la plupart de ceux-ci peuvent être anticipés grâce au management des risques.

L'intérêt de la gestion des risques est énorme parce que l'échec d'un projet se traduit par un gaspillage d'argent et un impact négatif sur les différentes parties prenantes (notamment vis-à-vis des banques et des assurances).

La prise en compte des risques et des opportunités est un facteur clé du respect des objectifs en termes de délais, de coûts et de performances, et un élément fondamental de la qualité.

¹ Maîtrise et GEstion des Risques liés au MAnagement des projets complexes de génie civil et urbains

² Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains – Equipe Génie urbain, de l'Université de Paris-Est Marne-la-Vallée

³ Laboratoire de l'Université Bordeaux 1 ayant fusionné avec le laboratoire Géoressources et Environnement de l'Université Bordeaux 3 pour former le GHYMAC (Géosciences hydrosociétés matériaux constructions)

⁴ Groupe de recherche sur le Risque, l'Information et la Décision, service commun de recherche d'Arts et Métiers ParisTech, de l'ESTP et de l'Institut d'Administration des Entreprises de Paris (Université Paris I)

⁵ Groupement d'Intérêt Scientifique – Maîtrise des Risques en Génie Civil

Introduction

Un **risque** (ISO 31000) est l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs, c'est-à-dire la possibilité qu'il y ait un écart négatif (menace) ou positif (opportunité) par rapport à une attente. Constitue donc un risque projet tout « événement » dont l'apparition n'est pas certaine et dont l'effet est susceptible d'affecter les objectifs du projet, dans ses périodes d'étude, de construction, et éventuellement d'exploitation ou de démantèlement (cas des PPP ou des concessions). Un risque est souvent exprimé ou mesuré comme la combinaison des conséquences d'un événement (avec ses changements de circonstances) et de sa vraisemblance (ou probabilité).

Le **management des risques** est un processus d'identification, d'analyse et de réponse aux risques susceptibles d'impacter un projet tout au long de sa vie afin de fournir une base de travail rationnelle pour l'anticipation et la prise de décision. Une bonne gestion des risques nécessite de manager des événements futurs possibles de façon proactive plutôt que réactive. Ce processus doit donc être intégré dans le processus de management du projet. Sa mise en œuvre doit permettre de réduire la probabilité d'un événement, mais aussi l'ampleur de son impact.

La mise en œuvre de ce processus dans les projets complexes de génie civil et urbain nécessite de recourir à des personnels disposant des compétences nécessaires parmi un ensemble d'autres compétences plus classiques.

En France la demande en personnel compétent en matière de management des risques est relativement récente et encore mal formulée.

Les réflexions qui ont pu être menées à l'occasion de GERMA ont montré que la prise de conscience du besoin de disposer de personnels capable de mettre en œuvre des méthodes robustes dans ce domaine, formés à leur usage et à l'interprétation des résultats qui en découlent, est toute récente. Beaucoup de professionnels pensent encore qu'« avoir tout dans la tête » et disposer d'une provision (non justifiée économiquement) suffit à faire d'eux des spécialistes de la maîtrise des risques.

Ceux qui ont pris conscience de la nécessité d'actions dans ce domaine ne savent pas forcément exprimer leur besoin de manière claire.

Il est donc apparu nécessaire de procéder à une analyse de la situation actuelle dans le domaine du management des risques dans nos secteurs d'activités puis de mener une réflexion permettant de déboucher sur des propositions concrètes en matière de contenus, de niveaux de formation et de validation.

1. La formation au management des risques : la situation actuelle en France

1.1- La formation des ingénieurs

En ce qui concerne les formations d'ingénieurs généralistes le constat établi montre que de trop nombreuses écoles ne dispensent aucun cours sur les risques tandis que d'autres développent quelques cours de sensibilisation, souvent très parcellaires, et peu intégrés aux cursus de formation.

Les établissements dispensant en principal une formation en génie civil ont intégré dans leur cursus des cours sur les risques et leur maîtrise, toutefois il ne semble pas y avoir d'homogénéité entre les différents contenus.

Cette déficience de la formation initiale a trois causes principales :

- Une prise de conscience faible dans la nécessité de gérer les risques
- Un manque de savoir faire dans l'analyse des risques adapté aux métiers du génie civil
- Un manque de formateurs qualifiés (au sein de certaines formations, le besoin de développement du niveau des formateurs est en effet essentiel)

On pourrait sans doute rajouter la mauvaise expression, par les employeurs, de la demande dans ce domaine.

1.2- Les formations spécialisées

Ce sont des formations, soit en gestion des risques (tableau 1), soit en management de projet (tableau 2), assez peu nombreuses en France et préparant chaque année un nombre relativement peu important d'étudiants. Peu de ces derniers semblent avoir rejoint des entités en relation avec les domaines du génie civil. Toutefois l'approche assez généraliste qu'elles proposent est intéressante dès lors que l'on prend un peu de recul par rapport aux seuls aspects techniques des risques.

VILLES	ETABLISSEMENTS	MODULES – MASTERS – MS – MBA
CACHAN	GRID, Arts et Métiers ParisTech, ESTP – IAE	Mastère Spécialisé Management Global des Risques
JOUY EN JOSAS	HEC	Mastère Spécialisé Management des risques internationaux
PARISs	Univ. Paris 1 Panthéon-Sorbonne	Master 2 Professionnel Gestion Global des Risques et des Crises (GGRC)
CERGY STRASBOURG MARSEILLE	EISTI – ENA Polytech'Marseille	Mastère Spécialisé Gestion des Risques sur les Territoires
BORDEAUX	BEM Bordeaux Management School IMR	Mastère spécialisé en gestion des risques (IMR-BEM)

Tableau 1 – Classement du cabinet SMBG 2010 des meilleurs Masters, MS, MBA et formations spécialisées Bac+5/Bac+6 en Gestion des Risques

VILLES	ETABLISSEMENTS	MODULES – MASTERS – MS - MBA
ECULLY - PARIS	EMLYON Business School - ECP	MS Stratégie et Développement d’Affaires Internationales
PARIS	CNAM - IIM	MS Ingénierie des Projets Internationaux et des Ressources Humaines
TOULOUSE	HEC – ISAE	MS Management de Grands Projets
LILLE - PARIS	SKEMA Business School	MS Management des Projets et Programmes
PARIS	ISC Paris	MBA International Business and Project Management
NANTES	Institut d’Economie et de Management de Nantes - IAE	Master Management de Projet en Systèmes d’Information et de Communication :
PARIS – BORDEAUX – LYON - LONDRES	INSEEC	Ingénierie Commerciale et Management de Projets
CLERMONT FERRAND	Groupe ESC Clermont	MSc in International Project Management
LILLE	USTL	Master 2 professionnel : Ingénierie des Projets de Coopération
PARIS	CNAM - IIM	Master Gestion de Projet et d’Affaires

Tableau 2 – Classement du cabinet SMBG 2010 des meilleurs Masters, MS, MBA et formations spécialisées Bac+5/Bac+6 en Management de Projet

En l’état actuel des choses ces formations peuvent être intéressantes en tant que formations complémentaires ou de 2ème niveau pour des personnels expérimentés.

2. Quelques pratiques en Europe

Le monde anglo-saxon a pris conscience depuis longtemps de la nécessité de développer des méthodes de management des risques et de former les hommes capables de les mettre en œuvre.

Nous avons sélectionné à titre d'exemple quelques systèmes existants qui peuvent servir de modèle.

2.1- L'International Diploma in Risk Management de l'Institute of Risk Management de Londres

L'Institut de gestion de risque (Institute of Risk Management - IRM) est l'organisation professionnelle la plus importante dans le domaine de la gestion des risques et de la formation en Grande Bretagne. Établi en tant qu'association à but non lucratif, l'Institut est géré par ses membres qui sont tous des professionnels praticiens du risque. L'IRM a des liens forts avec les grandes universités, les écoles de commerce et les organisations professionnelles dans le monde entier. C'est un acteur indépendant avec des membres et des étudiants de toutes les branches de la profession de management du risque.

Il délivre notamment l'International Diploma in Risk Management qui est une formation destinée à former des spécialistes ayant une bonne connaissance des questions de risques dans les différents domaines de la vie des entreprises (grâce aux core modules) complétée par des connaissances spécifiques à un domaine technique et à un secteur d'activités.

Les spécialités proposées sont présentées dans le tableau ci-dessous. Il est conseillé à chaque participant de choisir deux modules spécialisés parmi une ou deux catégories.

Modules Techniques	Modules sectoriels
Risques liés au projet	Secteur public
Continuité des affaires et gestion des crises	Santé
Gouvernance	Architecture, Ingénierie et Construction
Financement des risques	Industrie
Information sur les risques	Détails, Logistique et Gestion de la chaîne logistique (GCL ou supply chain management SCM)
Santé et sécurité	Sports et Loisirs
Risques environnementaux	Droit
Contrôle des risques physiques	Finance
	International

Le programme du module de spécialité «Architecture, Engineering and Construction» décrit un contenu de formation dont nous nous sommes inspirés dans la proposition du

contenu des modules de formation. Rappelons que le terme construction en anglais désigne ce que nous appellerions « réalisation » et n'est pas limitatif au bâtiment.

2.2- Les « *Single Subject Certificates in Project Management* » de l'APM

L'APM (Association of Project Managers) est une association britannique affiliée à l'IPMA (International Project Management Association), et qui délivre des certifications dans les domaines du Management de Projet. Elle délivre notamment 2 certificats en matière de management des risques dans les projets :

Le certificat de niveau 1 est conçu pour déterminer les connaissances d'un individu en management des risques projet, suffisantes pour lui permettre de contribuer au processus formel de management des risques projet.

Le certificat de niveau 2 est conçu pour déterminer les connaissances et la compréhension d'un individu ainsi que ses capacités intellectuelles en matière de management des risques projet, suffisantes pour lui permettre d'assurer un management des risques projet complexe. Il suppose comme pré requis la connaissance du contenu du certificat de niveau 1.

Le programme est en grande partie issu des ouvrages suivants : APM Body of Knowledge 5th edition et APM's own Project Risk Analysis and Management (PRAM) Guide 2nd edition. Il suppose que les candidats participant aux examens ont déjà le niveau de connaissances de management des risques projet spécifiés dans le programme APMP.

Les candidats aux concours doivent avoir lu ou se familiariser avec les documents suivants :

- APM Body of Knowledge 5th Edition
- APM's PRAM Guide 2nd Edition

3. Orientations pour une nouvelle offre

3.1 Un contenu à définir

On considérera qu'il est nécessaire que le contenu de la formation se réfère aux 2 normes ISO concernant le management des risques approuvées en novembre 2009 :

- NF- 31000 Management du risque – Principes et lignes directrices
- NF- 31010 Gestion des risques – Techniques d'évaluation des risques

Le fascicule documentaire AFNOR FD X 50-117 Management des risques dans les projets devra également être pris en considération.

Par ailleurs les expériences étrangères internationalement reconnues, notamment celles permettant la certification, devront être analysées afin de rendre le système proposé compatible.

3.2 Formation, formation diplômante et certification

La validation d'une formation peut-être :

- Une attestation de présence
- Une attestation de compétences
- Un diplôme après validation des connaissances (privé, universitaire, national)
- Une certification délivrée par une tierce partie dans le contexte de l'assurance qualité.

3.2.1. Exemple 1 – Les Coordonnateurs Sécurité et Protection de la Santé (CSPS) : une formation avec *attestation de compétence*

Certains projets de bâtiments et de travaux publics doivent respecter des dispositions précises en vue d'assurer la sécurité et de protéger la santé des travailleurs. La Loi du 31 Décembre 1993, applicable en la matière, résulte de la transposition de la directive européenne du 24 Juin 1992 concernant les opérations de bâtiment et de travaux publics. Trois niveaux de coordination correspondent à trois catégories de chantier et déterminent des obligations spécifiques que tout acteur d'un projet doit connaître. Les projets de génie civil complexes relèvent à priori de la catégorie 1 (Montant > 3,81 M € TTC, Volume > à 10 000 h/j et intervention d'au moins 10 entreprises du bâtiment ou d'au moins 5 entreprises de génie civil).

Le coordonnateur SPS (coordonnateur en matière de sécurité et de protection de la santé) a pour rôle, dans le cadre d'une opération de travaux réalisée sur les chantiers de BTP ou de génie civil, d'animer la co-activité des entreprises intervenant successivement ou simultanément sur ce chantier. Il harmonise et veille au respect des principes généraux de la prévention édictée par le Code du travail et applicables à tous les intervenants d'une opération de BTP. Le coordonnateur SPS doit aussi s'assurer que les interventions ultérieures réalisées sur un ouvrage notamment pour son entretien se dérouleront dans le respect des principes généraux de la prévention et dans de bonnes conditions de sécurité.

Seule peut exercer la mission de coordonnateur SPS, une personne physique : travailleur indépendant, salarié d'une entreprise ou salarié du maître d'ouvrage, *justifiant d'une expérience professionnelle qui est de 5 ans minimum pour le niveau 1.*

La durée de la formation obligatoire est de 15 jours (soit 3 semaines). Cette formation doit être conforme à la réglementation en vigueur, et conduit à la délivrance d'une attestation de compétences valable sur l'ensemble du territoire national pendant une durée de 5 ans, renouvelable suivant la procédure d'actualisation des compétences établies par le Ministère du Travail. Le niveau de compétence d'un coordinateur est déterminé par sa dernière attestation de compétence. Ce dispositif a été créé par le Décret n°2008-244 du 7 mars 2008 - art. (V).

L'attestation de compétence est délivrée à l'issue de la formation après un contrôle de capacité (art. R.4532-31 du code du travail), traduit par une évaluation continue ponctuée d'un entretien individuel. Elle est valable 5 ans.

Avantages : pas d'examen national à organiser, chaque organisme de formation agréé gère à son niveau sur la base d'un programme officiel, simplicité de gestion dans la mesure où il n'y a pas de suivi global des personnels formés à effectuer.

Inconvénients : un système dans la main des organismes de formation.

3.2.2. Exemple 2 - La pratique du droit à titre accessoire en France : une formation avec validation des connaissances

La pratique du droit à titre accessoire en France est régie par l'arrêté du 1^{er} décembre 2003 portant sur la reconnaissance de la compétence juridique appropriée aux activités professionnelles de l'ingénierie pour la consultation juridique et la rédaction d'actes sous seing privé à titre accessoire de l'activité. Des arrêtés similaires ont été pris pour les conseils en gestion, en assurance, généalogiste etc. Sans que cet arrêté ne s'applique au management des risques. *Faire de parallèle avec la pratique du management des risques qui ne fait l'objet d'aucune réglementation, on peut néanmoins décrire le dispositif mis en place au niveau des professions de l'ingénierie.*

Les conditions imposées par la réglementation issue de l'arrêté du 1^{er} décembre 2003 sont les suivantes :

« Les consultants ou ingénieurs conseils

- 1) bénéficient de la qualification accordée par l'OPQIBI que cette qualification leur ait été accordée personnellement ou qu'elle ait été accordée à la personne morale au sein de laquelle elles exercent leur activité
- 2) Et s'ils ne sont pas titulaires de la licence en droit :
 - a) soit possèdent un diplôme de maîtrise en droit ou un DEA ou un DESS de droit ;
 - b) soit justifient d'une expérience professionnelle d'une durée de dix ans au moins et avoir subi, sous la responsabilité de l'organisme professionnel dont ils sont membres, un cycle de formation juridique d'une durée minimum de 250 heures d'enseignement ;
 - c) soit justifient d'une expérience professionnelle d'une durée de sept ans au moins, et sont titulaires d'un DEUG de droit ou BTS ou DUT ou DEUST du secteur juridique. »

Syntec-Ingénierie délivre aux personnes présentées par les sociétés adhérentes, une attestation certifiant qu'elles satisfont à la condition de suivi d'un enseignement juridique visé par l'arrêté du 1er décembre 2003, lorsqu'elles *justifient avoir suivi 250 heures d'enseignement juridique* constitué par :

- un enseignement de base de 160 heures dispensé sous le contrôle de Syntec-Ingénierie :

Le programme est basé sur les décisions du conseil d'administration de Syntec-Ingénierie du 12 décembre 2002, constitue le référentiel au 22 juin 2004 de l'enseignement juridique de base de 160 heures, reconnu par Syntec-Ingénierie pour la délivrance des attestations évoquées ci-dessus. Il fera l'objet de révisions périodiques.

Ce référentiel est composé de trois modules incontournables et obligatoires (le contexte, le contrat, la responsabilité/garantie/assurance), les autres pouvant être, avec l'accord préalable formel de Syntec-Ingénierie, remplacés par des modules métiers adaptés aux besoins spécifiques d'un secteur, domaine ou activité.

- un enseignement pratique complémentaire de 90 heures dans les conditions suivantes :

Il est constitué de 90 heures d'enseignement intégré à la pratique professionnelle de l'ingénieur sous le contrôle d'un tuteur :

- dont 30 heures pour la préparation de travaux dirigés et la révision de ces travaux (une journée au début de la période de 6 mois, une demi-journée par mois dans les 4 mois suivants et une journée à l'issue de l'enseignement pratique) ;
- 60 heures de travaux dirigés.

Chez EGIS, par exemple, le candidat doit rédiger une note de synthèse, basée sur un fait concret rencontré dans sa carrière professionnelle. En effet, il importe de vérifier la capacité de l'ingénieur :

- à effectuer une présentation synthétique des faits
- à présenter une question juridique / la position d'un problème
- à formuler une analyse juridique
- à proposer et à argumenter des Choix (justification et analyse des conséquences de ces choix).

Ces situations se rencontrent dans la vie professionnelle lorsqu'on est confronté à un problème juridique qui doit être exposé au Client.

Avantages : les connaissances sont bien validées sur la base d'un programme officiel,

Inconvénients : un système dans la main des employeurs, aucune obligation de maintien à niveau des connaissances alors que le droit est un domaine en évolution constante.

3.2.3. Exemple 3 - La certification en direction de projet

Comme beaucoup d'activités humaines, les métiers du management et de la gestion de projet nécessitent à la fois des qualités personnelles de décision et de communication,

une connaissance de l'environnement de l'entreprise et de son marché, et des connaissances spécifiques.

Les tâches de management et de gestion de projet devenant de plus en plus spécifiques et qualifiées, la mise en place d'une certification dans ce domaine a été reconnue comme nécessaire à travers le monde par les professionnels (aussi bien employés qu'employeur, fournisseurs que clients) afin de permettre :

- au titulaire d'une certification de se distinguer des autres, tant dans la négociation d'une affaire que dans son management ou lors de la recherche d'un emploi, en affirmant une compétence évaluée de manière indépendante de son employeur,
- aux employeurs de disposer de personnels à la compétence reconnue et participant au système qualité de l'entreprise, et de recruter avec de meilleures chances de succès,
- et aux tiers d'avoir confiance envers les personnes à qui sont confiés leurs projets.

Une certification est d'autant plus probante qu'elle est décernée par des organismes compétents et indépendants. Composée de personnes physiques représentant tous les secteurs d'activité, sans but lucratif, libre de tous liens commerciaux ou financiers, ces organismes qui ne sont ni des organismes de formation ni des sociétés d'intérim sont fiables. Les organismes de certification, de même nature que les organismes assurant la certification qualité des entreprises, sont reconnus en tant que tels par la profession, par le comité français d'accréditation(COFRAC) éventuellement, par les Ministères, etc. *Les certifications délivrées en France le sont par 3 organismes : l'Association Francophone de Management de Projet (AFITEP) et la Société de Management de Projet (SMAP), organisations françaises regroupant quelques centaines de membres mais affiliées à l'International Project Management Association (IPMA) qui regroupe près de 80.000 professionnels à travers le monde, et par le Project Management Institute (PMI) d'origine américaine mais très international qui regroupe près de 300.000 adhérents et qui est à l'origine des normes de management de projet aux Etats-Unis et dans certains autres pays.*

Les certifications françaises sont valables 5 ans, la certification PMI est valable 3 ans.

Il existe plusieurs niveaux de certification, correspondants aux niveaux de responsabilités liés à la taille du projet et à la fonction occupée. Les Certifications en management de Projet ne peuvent être attribuées qu'à des personnes physiques et uniquement à titre individuel. Le candidat doit justifier d'une expérience professionnelle minimum. *La certification est délivrée sur la base d'un contrôle de connaissance d'un référentiel en management de projet, complété éventuellement par l'élaboration et la soutenance d'un mini-mémoire afin de s'assurer du savoir-faire et du savoir-être du candidat.* Les organismes français n'exigent pas la preuve d'une formation préalable, alors que les américains l'exigent.

Actuellement seul le PMI délivre une certification en management des risques.

Avantages : les connaissances sont validées sur la base d'un référentiel international, la certification est reconnue à l'étranger, le système est indépendant des organismes de formation et des employeurs (qui ont souvent tendance à enjoliver les qualités de leur personnel).

Inconvénients : nécessité de disposer d'un organisme certificateur ou de se raccrocher à un organisme existant, pour fonctionner dans de bonnes conditions le système doit s'appuyer sur un potentiel important de certifiés en raison de l'indépendance de l'organisme certificateur.

4. Les besoins identifiés dans le cadre de Germa

On peut constater que les besoins de compétences dans le domaine du management des risques se situent à tous les niveaux de responsabilité dans les projets et chez tous les acteurs, et qu'ils correspondent à divers niveaux de formation : formation initiale, formation continue, formation de spécialistes et formation de formateurs.

En se basant sur l'expérience des participants à Germa on peut retenir les besoins ci-après. Les réponses proposées en termes de formation sont présentées sous forme de fiches au point 5 ci-après.

4.1 Le besoin de sensibiliser les parties prenantes

Tous les personnels intervenant sur un projet de génie civil et tous les personnels des organismes (administration, ingénierie, entreprise) doivent être sensibilisés au management des risques d'un projet, au titre de leur rôle d'acteur probable sur un projet de génie civil.

4.2 Le besoin de disposer de personnel ayant une culture minimum sur les risques

Tous les acteurs d'un projet doivent disposer d'une culture minimum dans le domaine du management des risques, ceci afin de pouvoir s'intégrer dans des équipes qui manipulent les concepts de manière régulière et de façon à pouvoir échanger.

A ce besoin correspondent deux réponses :

- *La formation initiale des élèves ingénieurs et des étudiants futurs intervenants sur des projets.*
- *La formation « de base », dans le cadre de la formation continue, des personnels déjà insérés dans la vie professionnelle mais n'ayant pas suivi de cours sur le management des risques dans leur cursus de formation initiale.*

4.3 Le besoin de disposer au sein des projets de responsables risques

Dans l'équipe de direction de chaque projet il est souhaitable qu'il y ait un *responsable des risques* qui maîtrise l'ensemble des méthodes et techniques susceptibles d'être mises en œuvre pour manager les risques.

Ces responsables risques peuvent intervenir à plein temps sur les projets complexes ou partager leur temps avec une autre activité sur le même projet.

L'objectif est ici de pouvoir disposer de personnels disposant des connaissances nécessaires à une réelle capacité d'intervention à l'aide de formations ciblées.

Les formations à mettre en place s'adressent donc à des ingénieurs expérimentés et doivent comprendre une approche opérationnelle forte.

4.4 Le besoin de disposer au sein des entreprises de spécialistes du management des risques

Au niveau d'une branche d'une entreprise, ou d'un département, ou de la direction d'une entreprise moyenne il y a le besoin de disposer de spécialistes (*risk managers*).

A ce besoin correspondent deux réponses possibles :

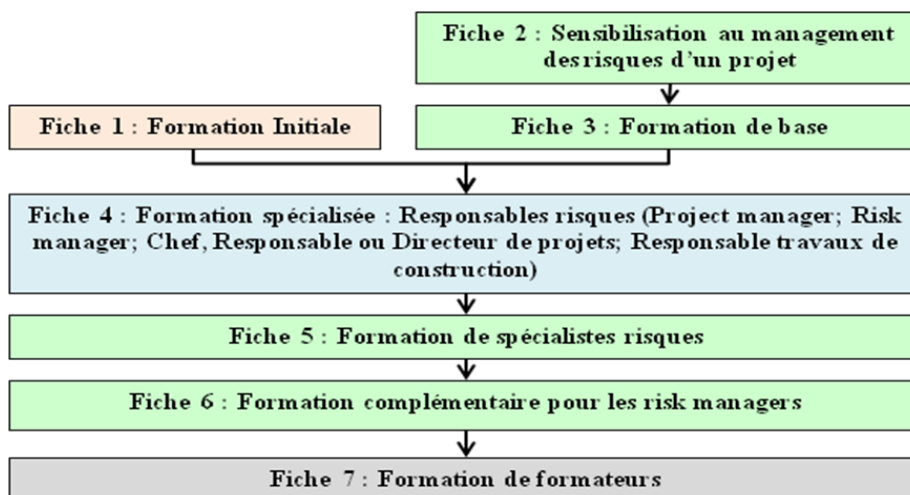
- *Former des ingénieurs expérimentés et ayant déjà une certaine pratique du management des risques* pour leur donner une responsabilité plus importante mais centrée plus sur les risques que sur les projets (au niveau d'une agence, d'un département, etc.) et prenant en considération d'autres paramètres que ceux du seul projet, par exemple les *risques* que nous avons qualifiés de *stratégiques* dans la IVème partie du guide des bonnes pratiques.
- « *transformer* » des *risk managers* qui viennent d'un autre domaine que le *génie civil* (contrôle interne, juridique, etc.) et auxquels il est nécessaire de donner des compléments de formation spécifiques sur le management des risques dans le génie civil.

4.5 Le besoin de formateurs qualifiés en management des risques

Enfin le dernier besoin recensé est celui de la formation des formateurs (non pas à la formation) mais au domaine et à son évolution. On peut également appeler cela des masters classes.

5. Outils pédagogiques - Proposition de catalogue de formations

Les fiches ci-après décrivent pour chaque niveau de formation correspondant aux différents besoins identifiés au point précédent ; le public visé, les prérequis, les objectifs de la formation, la durée proposée ainsi qu'un exemple. Les contenus détaillés sont présentés au point 6 ci-après.



Fiche 1 : Formation initiale

Public	Elèves ingénieurs en fin de cursus, étudiants en Master
Pré-requis	Aucun
Objectifs	<p>Diffuser une culture du risque permettant la prise de conscience des problèmes. Les objectifs du module sont d'aider les étudiants en architecture, ingénierie et construction en génie civil à :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mettre au point des techniques appropriées de gestion des risques • Identifier et analyser les questions clés concernant la gestion des risques • Etudier et analyser les processus de gestion des risques • Démontrer l'applicabilité de la gestion des risques à toutes les tailles d'entreprise • Démontrer que la gestion des risques doit être adapté au but recherché • Démontrer comment la gestion des risques peut être utilisé en tant que partie intégrante du processus décisionnel
Durée	Un cours semestriel dans une école ou une université, correspondant à 3 ECTS (soit de 24 à 27 heures de cours)
Exemple de référence	International Diploma in Risk Management : Specialist module : Risk management in Architecture, Engineering and Construction
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 2 : Sensibilisation au management des risques d'un projet

Public	Tous les personnels intervenant sur un projet de génie civil et tous les personnels des organismes (administration, ingénierie, entreprise) au titre de leur rôle d'acteur probable sur un projet de génie civil
Pré-requis	Aucun
Objectifs	Initiation aux problématiques de gestion de risques projet
Durée	Une journée de formation
Exemple de référence	
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 3 : Formation de base

Public	Personnels du secteur de la construction déjà insérés dans la vie professionnelle, n'ayant pas suivi ce cours dans leur cursus, éventuellement issus de filières non techniques ou de filière non ingénieurs
Pré-requis	Personnels ayant déjà une certaine expérience (3 ans minimum par exemple)
Objectifs	Diffuser une culture du risque permettant la prise de conscience des problèmes
Durée	3 ou 4 jours
Exemple de référence	Project Risk Management Single Subject Certificate Level 1
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 4 : Formation continue spécialisée : responsables risques (Project manager ; risk manager ; Chef, Responsable ou Directeur de projets ; Responsable travaux de construction)

Public	Ingénieurs expérimentés devant prendre la responsabilité du management des risques d'un projet
Pré-requis	10 ans d'expérience plus une formation de base validée ou formation initiale
Objectifs	
Durée	2 à 3 jours au minimum
Exemple de référence	1. International Diploma in Risk Management : Specialist module : Risk management in Architecture, Engineering and Construction 2. Project Risk Management Single Subject Certificate Level 2
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 5 : Formation de spécialistes risques

Public	Responsables risques
Pré-requis	Certification souhaitée, plus 3 ans d'expérience dans le poste de responsable risque
Objectifs	Permettre à des responsables risques d'évoluer vers une activité entièrement orientée vers le management des risques en intervenant au niveau d'une entité (agence, direction, PME, etc.)
Durée	Formation longue
Exemple de référence	International diploma in Risk Management : cursus complet
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 6 : Formation complémentaire pour les risk managers

Public	Risk managers « généralistes »
Pré-requis	Diplôme ou qualification du domaine management des risques, 1 ^{ère} expérience professionnelle
Objectifs	Donner une ouverture « ingénierie et construction » à des risk managers venant d'autres filières professionnelles
Durée	3 ou 4 jours
Exemple de référence	International Diploma in Risk Management : Specialist module : Risk management in Architecture, Engineering and Construction
Contenu	Cf. Paragraphe 6

Fiche 7 : Formation de formateurs

Public	Enseignants ou formateurs dans des domaines et des secteurs professionnels concourant à la réalisation des projets de génie civil : <ul style="list-style-type: none"> • les écoles d'architectes, d'urbanistes et d'aménageurs, • les écoles d'ingénieurs, • les écoles de commerce, de gestion et les facultés de droit, • les formations de la fonction publique territoriale (en France : ENA, IRA, CNFPT, CFP, etc.)
Pré-requis	Première expérience d'enseignement
Objectifs	<ul style="list-style-type: none"> • Donner aux enseignants les éléments concernant les évolutions normatives et réglementaires propres au domaine • Etudier les retours du terrain et les situations à risques • Donner les éléments sur l'orientation des métiers du management des risques
Durée	<ul style="list-style-type: none"> • Des modules courts, 3 jours, par sessions de 10 à 15 auditeurs • Des sessions « à la carte », retenues par les auditeurs au cas par cas
Exemple de référence	L'exemple de référence est celui en cours de développement par l'Association Euro-méditerranéenne des formations sur les risques dont le programme de travail 2010 nous a été communiqué par son Président M. Didier Raciné par ailleurs Directeur du développement à l'EISTI et Directeur du Mastère Spécialisé "Gestion des Risques sur les Territoires".
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Des modules généralistes destinés à donner une connaissance des secteurs d'activité concernés • Des Modules plus spécialisés adressés à des groupes de formateurs d'Ecoles spécialisées (ingénieurs, architecture et urbanisme, gestion, etc.) • Des modules intégrant des « travaux pratiques » (travail sur les cursus à mettre en place dans les Ecoles d'origine) • Des modules adaptés en fonction de la demande sur diverses aires géographiques (DOM-TOM, Montagne, littoral, etc.)
Commentaires	Le programme d'un tel dispositif de formation de formateurs doit être évidemment d'un niveau élevé pour attirer les enseignants et leur permettre de renouveler leur réflexion et leurs démarches pédagogiques. La formalisation de la science du risque (cindynique) et ses approfondissements nouveaux doit être intégrés dans cette formation

6. Outils pédagogiques - Proposition de contenus

6.1 Formation initiale

Concernant la formation initiale qui fait l'objet de la fiche 1, nous nous sommes inspirés du programme du Project Risk Management Single Subject Certificate (Levels 1&2).

Module 1 :

- **Introduction**
 - Définitions
 - Cadre du management des risques projet
- **Avantages**
 - Avantages, faibles et importants, du management des risques projet
 - Menaces ou dangers pour la gestion efficace des risques
- **Principes**
 - Des risques comme danger ou opportunité
- **Processus de management du risque – *Les différentes phases du processus PRAM (Project Risk Analysis and Management)***
 - Identification des objectifs du projet, le cadre, les acteurs et les critères de réussite
 - Identification des risques
 - Evaluer les risques qualitativement et quantitativement
 - Sélection des stratégies appropriées au traitement du risque en fonction de l'importance de l'événement risqué et du coût bénéfice du traitement
- **Surveillance et revue**
 - Plan de management des risques
- **Comportement – Conduite**
 - Attitude des individus face au risque
 - Spectre de l'attitude face au risque (the risk attitude spectrum)
 - La pondération des influences individuelles sur l'attitude au risque du groupe
- **Application**
 - Introduction au management des risques dans une organisation
 - Comment obtenir une adhésion au management des risques
- **Techniques d'identification des risques**
 - Utilisation des différentes techniques d'identification des risques
- **Evaluation qualitative des risques**

- Utilisation des différentes techniques qualitatives d'évaluation des risques
- Hiérarchisation des risques fondée sur des probabilités, l'impact et la proximité
- **Evaluation quantitative des risques**
 - Utilisation des différentes techniques quantitatives d'évaluation des risques
- **Traitement du risque**
 - Utilisation des techniques différentes pour répondre aux risques (menaces ou dangers, opportunités).

Module 2 :

- **Introduction**
 - Non inclus les sections (contenus) couvertes dans le module 1.
- **Avantages**
 - Avantages, faibles et importants, du management des risques projet
 - Menaces ou dangers pour la gestion efficace des risques
- **Principes**
 - Risque comme menace ou opportunité
 - Risques projet et les événements à risque
- **Processus de management du risque -*Les différentes phases du processus PRAM (Project Risk Analysis and Management) - Adapter le management des risques projet à la taille, la complexité et les phases du projet***
 - Identification des objectifs du projet, du cadre, des intervenants et des critères de réussite
 - Identification des risques projet
 - Evaluations qualitative et quantitative des risques projet
 - Utilisation de distributions de probabilité appropriées
 - Hiérarchisation des risques projet
 - Choix de stratégies appropriées au traitement du risque en fonction de l'importance de l'activité à risque et des coûts-avantages.
 - Allocation des risques
- **Surveillance et revue – Organisation et contrôle**
 - Plan de management des risques
 - Responsabilités des différents rôles dans le processus de management des risques

- Contrôle du processus – plan de gestion des risques, registre des risques, analyse des risques, rapports de situation à risque, examen des risques, leçons apprises ou retour d'expérience
- Projet d'urgence ou gestion des réserves
- Importance de l'allocation continue des risques et des examens réguliers des risques
- **Conduite – Comportement**
 - Dimensions humaines dans le management des risques projet
 - Effet de polarisation potentiel du triple enchaînement d'influences sur l'attitude des risques et donc du jugement dans des situations risquées
- **Application du PRAM (Project Risk Analysis and Management)**
 - Présentation du management des risques dans une organisation
 - Obtenir et maintenir une adhésion au management des risques projet
- **Techniques d'identification des risques**
 - Avantages et inconvénients des différentes techniques d'identification des risques
- **Evaluation qualitative des risques**
 - Avantages et inconvénients des différentes techniques qualitatives d'évaluation des risques
 - Les structures de répartition des risques – RBS (Risk Breakdown Structures)
- **Evaluation quantitative des risques**
 - Avantages et inconvénients des différentes techniques quantitatives d'évaluation des risques
 - Corrélation, indice de criticité
 - Les termes statistiques
 - Valeur actuelle nette et taux de rendement interne
- **Traitement du risque**
 - Utilisations de techniques différentes pour faire face aux risques.

6.2 Sensibilisation au management des risques d'un projet – Formation de base

Concernant les *fiches 2 (Sensibilisation au management des risques d'un projet) et 3 (Formation de base)*, on s'est inspiré du programme du niveau 1 de l'International Risk Management Diploma (IRMD). En effet, il couvre les fondamentaux en matière de gestion des risques ; c'est à dire les concepts clés, les modèles, codes, outils et techniques utilisés dans le management des risques.

Module 1 : Fondamentaux – Les principes du risque

- Introduction aux termes, concepts, principes et idées directrices essentielles à la compréhension du risque et de son management.
- Vue d'ensemble des normes, exigences et attentes juridique des processus de management des risques projet.
- Appréciation des processus d'identification, d'évaluation et de traitement des risques nécessaires à une mise en application d'un processus de management des risques projet efficace.
- Cadre organisationnel : comment le management des risques s'insère-t-il dans l'organisation ?

Module 2 : Risques dans les organisations

- Initier les participants à la façon dont les principaux risques varient selon le type d'organisation, de secteur d'activité et de contexte.
- Développer la compréhension des causes techniques des risques et la façon dont ces causes peuvent influencer une conséquence grave.
- Expliquer les concepts et principes du risque organisationnel et les méthodes de base pour une compréhension plus large de ces risques.
- Illustrer la façon dont les organisations évaluent et définissent le risque projet.
- Permettre aux participants de dialoguer avec des spécialistes intelligemment sur les aspects des principaux risques organisationnels (finances, audit, fonctionnement, juridique, chaîne d'approvisionnement...).
- Comprendre les perspectives de management des risques qui existent à différents niveaux au sein d'une organisation (stratégique, opérationnel, tactique) et leurs implications pour une organisation de la communication efficace des risques.

Module 3 : Risques et prise de décision

- Fournir une compréhension approfondie des principales méthodes d'identification, d'analyse et d'évaluation des risques projet.
- Plan de communication et de concertation des facteurs de risque avec les parties prenantes internes et externes.
- Examiner les différentes techniques ou outils d'évaluation des risques projet afin de rendre cohérentes les décisions de management
- Fournir une compréhension critique de la façon dont l'information et la connaissance des risques sont créées et utilisées pour appuyer la prise de décision.

Module 4 : Risques et Leadership

- Fournir une solide compréhension de la planification stratégique, l'établissement d'objectifs et les actions nécessaires pour diriger l'organisation des initiatives de management de risque projet.
- Fournir une vision claire et pratique de la relation entre la gestion des risques, la gouvernance, l'éthique et l'élaboration de stratégies d'organisation.
- Introduire le lien entre la gestion des risques, la responsabilité sociale de l'entreprise, les attentes et les exigences éthiques.

Module 5 : Traitement du risque

- Familiariser les participants avec une gamme complète d'outils de management de risques : techniques, systèmes et processus de gestion du risque organisationnel, y compris le financement des risques, le contrôle des risques physiques, la planification de la continuité des opérations et la gestion des risques projet.
- Aider les participants à comprendre les processus de gestion sous-jacents et les mesures nécessaires pour rendre le travail de gestion des risques efficace dans les organisations, y compris les normes de performance et de meilleures pratiques.
- Introduire des techniques de conception et de mise en œuvre de la gestion des risques des programmes adaptés aux besoins spécifiques de chaque organisation.
- Soutenir le développement de la pensée critique et des compétences nécessaires à la conception et à la révision continue des programmes de management des risques.

6.3 Formation spécialisée : responsables risques – Formation de spécialistes risques Formation complémentaire pour les risk managers – Formation de formateurs

Pour les fiches 4 (Formation spécialisée : responsables risques), 5 (Formation de spécialistes risques), 6 (Formation complémentaire pour les risk managers) et 7 (Formation de formateurs) ; nous proposons la démarche du niveau 2 de l'International Risk Management Diploma (IRMD), paragraphe 3.1 ci-dessus.

Pour le management des risques projet, le programme qui convient, est naturellement celui de l'unité de valeur spécialisée « Architecture, Ingénierie et Construction :

Le but en est de donner une formation en management des risques spécifique en Architecture, Ingénierie et Construction. Le processus de management des risques dans l'architecture, l'ingénierie et la construction diffère très peu des autres secteurs d'activités, mais sa mise en œuvre est affectée par de nombreuses questions allant de la culture au type de contrat, de l'attitude à l'aptitude, et du programme au budget. En particulier, les objectifs de la formation sont d'aider les personnes dans les secteurs de l'architecture, l'ingénierie et la construction :

- à développer des techniques et outils appropriés de management des risques
- à identifier, hiérarchiser et évaluer les risques
- à analyser les processus de management des risques
- à appliquer le management des risques à tous types de projet
- à montrer que le management des risques doit répondre aux objectifs
- à montrer comment le management des risques peut être utilisé en tant que partie intégrante du processus décisionnel

Le programme proposé est le suivant :

Module 1 : Le processus de management des risques adapté à l'architecture, l'ingénierie et la construction.

Ce module donne une vue d'ensemble et explique comment et où le management des risques intervient dans le processus de la « construction ».

Module 2 : Dimensions humaines - Management de la communication et des relations humaines.

Ce module explique comment et pourquoi :

- le management des risques repose sur les personnes et la connaissance des gens,
- le management des risques est un processus de management de l'humeur,
- la perception des gens et leur aversion au risque influent sur la mise en œuvre efficace du processus,
- accepter d'assumer une responsabilité peut vraiment faire une différence,
- l'allocation des risques peut affecter le management des risques.

Module 3 : Planification appropriée

Ce module :

- souligne la nécessité de bien planifier la mise en œuvre effective du processus de management des risques, à travers l'organisation d'une entreprise
- met l'accent sur l'utilisation des objectifs comme un guide pour le processus de management des risques et comme un moyen de rester sur la bonne voie, en tenant compte de l'importance, de la complexité, de la gestion de la valeur, des contraintes et hypothèses pertinentes.

Module 4 : Identification et évaluation qualitative des risques

Ce module porte sur :

- les techniques d'identification courante : le remue-méninges ou brainstorming, les interviews d'experts, l'utilisation de documents spécifiques (check-lists, questionnaires préétablis, grilles d'analyse...), l'utilisation d'approches méthodologiques ;
- l'utilisation de conventions structurées (en particulier la cause, l'effet et le risque) ;
- les tests d'hypothèses ;
- le moment où l'identification devrait intervenir dans le processus de construction et d'ingénierie.
- l'utilisation d'échelles d'évaluation spécifiques pour aider à mettre une certaine objectivité dans les évaluations subjectives, incluant une compréhension des facteurs intrinsèques, flagrants, actuels, cibles, a posteriori et résiduels et le moment idéal pour les utiliser.
- l'utilisation des registres de risques, les données devant être saisies et l'utilisation qui peut et/ou doit en être faite.

Module 5 : Evaluation quantitative des risques

Ce module :

- traite de l'utilisation des techniques quantitatives pour l'évaluation des risques.
- présente les techniques probabilistes telles que la simulation stochastique (par exemple, l'analyse Monte Carlo) et explique leur contribution et leur utilisation appropriée dans le traitement des incertitudes.
- examine comment évaluer le risque ;

- précise la différence entre la contingence discrète et la tarification de l'incertitude,
- explique comment collecter et exploiter les données qui sont utiles et pertinentes à la quantification des risques,
- comment comprendre et utiliser l'information qui est produite.

Module 6 : Traitement du risque - Allocation des risques – Contractualisation - L'assurabilité du risque – Risques et assurances – Porteur du risque

Ce module examine:

- les réponses appropriées aux risques : les menaces et les opportunités ;
- quand et comment les risques doivent être alloués et quels acteurs devraient assumer la responsabilité.
- différentes voies de traitement ainsi que la façon dont les formes de contractualisation allouent et gèrent le risque.
- quelles assurances sont généralement disponibles et ce qu'elles signifient.
- Quels indicateurs construire pour aider à mesurer le succès des actions prévues.

Une attention particulière est donnée au traitement du risque au cours de la période de l'appel d'offres/soumission.

Module 7 : Risques et structure du projet : Passation des marchés et chaîne logistique

Ce module présente :

- les différents modes de passation des marchés et les raisons de choisir un mode plutôt qu'un autre,
- les conditions de financement des projets et des entreprises
- le phénomène croissant de l'externalisation et l'importance des chaînes d'approvisionnement (le risque de la chaîne logistique est un élément important, mais souvent ignoré dans le management des risques).

Module 8 : Le « Management » dans le management des risques

Ce module explique :

- ce qui doit être examiné, surveillé et déclaré;
- comment soutenir le processus de management des risques tout au long de la vie du projet;
- comment les risques peuvent s'intensifier;
- ce qui doit être inclus dans les prévisions de fin du cycle de vie;
- comment le management des risques fait partie intégrante de la prise de décision,
- comment les retours d'expériences peuvent faire la différence.

Module 9 : Autres éclairage sur le risque

Ce module passe en revue d'autres questions à prendre en considération, tels que : les plans de continuité des activités, d'intervention d'urgence, la santé et la sécurité, la gestion environnementale, la gestion de la réputation, et d'autres questions liées.

7. Conclusion

Les propositions contenues dans ce document sont le résultat d'une réflexion sur les diverses pratiques métier et de plusieurs séances de discussions et de réflexions entre universitaires et professionnels. En effet, elles visent à développer la connaissance et le management des risques projet au sein du monde académique (écoles de management, écoles d'ingénieur, écoles d'architectures, universités) et du monde professionnel (bureaux d'ingénierie, entreprises, fonction publique territoriale, milieux financiers et bancaires, décideurs, etc.). Elles visent aussi à développer la sensibilité aux risques des acteurs projets. C'est une réponse concrète aux futurs managers de projets concernant les approches actuelles de management des risques projet et les mutations qui touchent ce domaine dans un contexte international.

Pour compléter cette étude sur les besoins de formation propres au management des risques projet, nous attirons l'attention sur l'intérêt qu'auraient les formateurs à pouvoir accéder à un observatoire⁶ sur les risques projet qui traiterait entre autres de retour d'expérience (REX). En effet, le premier objectif de la capitalisation de l'expérience est de constituer une bibliothèque de cas, on parle alors d'études de cas, relatant de manière critique l'expérience acquise par l'intermédiaire de différents cas particuliers de projet complexe menés à bien ou qui ont faillis. Mises en forme par des experts, ces études de cas permettent la construction de bases de données. Le deuxième objectif, finalement le plus important, est de transmettre au plus grand nombre l'expérience ainsi recueillie. Le résultat est ainsi d'accroître la compétence des acteurs. Les acteurs concernés qui sont désireux de mettre à jour leurs connaissances, soit isolément soit en groupe forment une communauté d'apprenants. En l'absence d'un tel observatoire les formateurs peuvent se reporter au Rapport Final du projet GERMA qui présente un certain nombre de cas ainsi qu'une analyse bibliographique très complète sur le sujet.

⁶ La difficulté principale pour un tel observatoire est essentiellement la collecte d'informations sur les projets qui ont faillis, surtout pour celui qui est à l'origine de la faute, s'il y en a une. Celui qui est à l'origine d'une faute ayant entraîné une défaillance a évidemment tendance à cacher son erreur, pour protéger son image ou celle de la société qui l'emploie. Or l'intérêt général est de faire partager le savoir au plus grand nombre, pour accroître leurs connaissances.

Annexe 1 – Sommaire du rapport final Germa

Après 3 ans de recherche, le projet Germa a produit différents livrables (dont le présent document) ainsi qu'un rapport final dont nous donnons ci-dessous le sommaire.

1-Introduction

- 1.1 Problématique et contexte du projet : pourquoi ce projet ?
- 1.2 Objectifs et caractère innovant du projet
- 1.3 La démarche conduite et les livrables
- 1.4 Un projet innovant

2-Constata sur les pratiques actuelles

- 2.1 Introduction
- 2.2 Pratiques en management des risques de projet de construction
- 2.3 Analyse de quelques projets, synthèse des entretiens
- 2.4 Quelques illustrations
- 2.5 Verrous et opportunités pour le management des risques
- 2.6 Supprimer les Verrous et les Freins
- 2.7 État de l'art en France et à l'international

3-Nécessité du changement

- 3.1 Prise de conscience de la pratique contractuelle en France et à l'International
- 3.2 Supprimer les verrous et les freins au management des risques
- 3.3 Le rôle de chaque acteur
- 3.4 Le déroulement du projet : les phases

4-Résultats et Recommandations

- 4.1 Diffuser les bonnes pratiques
- 4.2 Les outils développés
- 4.3 Evolution de la réglementation
- 4.4 Proposer des formations adaptées aux différentes entités et acteurs (mallette pédagogique / boîte à outils formation)
- 4.5 Observatoire des risques

5-Communication

6-Conclusion

Annexes

Annexe 2 – Modèle de fiche de poste d'un Coordonnateur du Management des Risques d'un projet

Profil :

- 10 à 20 d'expérience dans le secteur de la construction (MOA, MOE, entreprise),
- diplômé en management des risques ou équivalence professionnelle,
- qualités d'animation,
- expérience en management de projet (sachant que ce ne sera pas là son rôle).

Qualités attendues :

- ouvert,
- capacité d'analyse et de synthèse,
- sait identifier les stratégies des acteurs (paranoïaque et candide s'abstenir),
- sait identifier le plus grand consensus commun disponible,
- sait le faire partager et l'augmenter,
- possède l'expérience de la conduite du changement.

Missions (le plus tôt possible dans le déroulement du projet) :

- définit le cadre de référence du management des risques,
- assiste le MOA dans la définition contractuelle du management des risques, en ce qui concerne les autres parties prenantes,
- assiste le MOA dans l'analyse des propositions,
- coordonne son action avec celle du Coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé (CSPS),
- assiste le MOA en termes de management des risques projet,
- le cas échéant, est consulté sur la définition du programme et du projet,
- assiste le MOA dans la négociation des conditions d'assurance.

Ses missions en phase travaux :

- reçoit et analyse les plans de management des risques des contractants,
- organise et anime la coordination du management des risques entre les acteurs dans l'intérêt du projet,
- suit le déroulement des travaux et réagit si besoin,
- en fin de projet, rédige un rapport sur sa mission en vue d'alimenter un observatoire des risques.

Annexe 3 – Etude de cas

Analyse de cas : accident sur le chantier du métro de Sao Paulo

Denis MORAND, Université Paris-Est Marne-la-Vallée

Nous reproduisons ci-dessous une étude de cas faite dans le cadre du projet Germa (D.Morand, Université Paris-Est Marne-la-Vallée).

1. Introduction

Cette étude de cas porte sur le réseau de métro de la ville de São Paulo, capitale économique du Brésil, plus particulièrement sur la ligne 4. Celle-ci a été dessinée dès les années 40 mais le projet a été lancé dans les années 90 et les travaux ont commencé en 2004. C'est en 2007 qu'un accident majeur a eu lieu sur le chantier de la station Pinheiros, avec des conséquences humaines et économique très graves. Ce texte analyse cet accident en montrant notamment les failles dans la gestion du risque.

1.1. Le projet

Les sondages carottés et destructifs ont débuté en 1992, suivis par des études géologiques puis par l'élaboration de l'avant-projet. De nouveaux sondages vont confirmer que le sol est de mauvaise qualité. Le montage financier est bouclé en 2002 et l'appel d'offre est lancé. Les travaux débutent en 2005 avec mise en œuvre de la Nouvelle Méthode Autrichienne. La ligne comporte 11 stations sur 12,8 km. L'appel d'offre comprend 3 lots, dont le lot 2 qui correspond au tronçon dans lequel se situe la station Pinheiros. Cette station constitue un ouvrage relativement complexe dans la mesure où elle inclut une correspondance avec un réseau ferroviaire en surface, lequel longe un cours d'eau. Un puits de 41m de diamètre et de 36m de profondeur a été nécessaire.

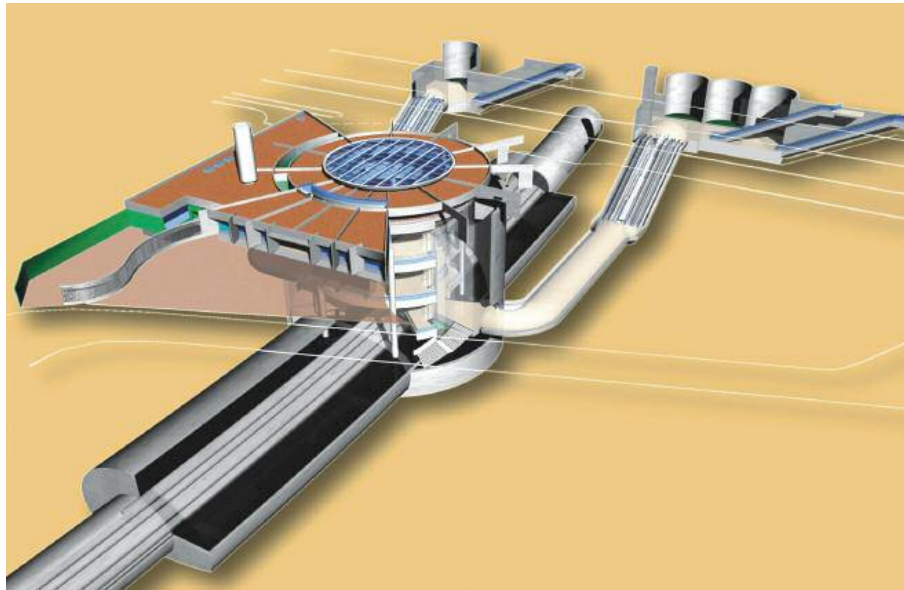


Figure 1. La station Pinheiros (Barros 2008)

Les travaux sont réalisés par un consortium (CVA) réunissant les 6 plus grandes entreprises de construction du Brésil, dans la cadre d'un contrat de Partenariat Public Privé avec Metrô, la compagnie publique responsable du réseau. Le contrat prévoit un délai initial de 42 mois allongé ensuite à 56 mois, pour un montant de 251 M€ porté plus tard à 266 M€. Le contrat prévoit la répartition des responsabilités entre partenaires de la façon suivante :

Metrô	CV
<ul style="list-style-type: none"> - Expropriation, indemnisation, relogement - Demandes de permis et autorisations administratives 	<ul style="list-style-type: none"> - Etudes (avant-projet, projet, exécution) - Exécution des travaux - Gestion de la qualité - Installation des systèmes et équipements - Analyse et interprétation des données de surveillance - Suivi technique - Gestion des risques

Tableau 1. Répartition des responsabilités

1.2. L'accident

Le 11 janvier 2007, une réunion est organisée afin d'évoquer un mouvement du massif observé 4 jours plus tôt. Il est décidé d'installer des tirants dans le tunnel. Le 12 janvier, des morceaux de béton tombent du toit du tunnel entre 14h et 14h30. Une fissure apparaît sur le dessus de l'entrée du tunnel, visible depuis le puits. Le grutier observe les ouvriers s'enfuyant du tunnel. Un premier bruit très fort se fait entendre et il y apparaît une fissure longitudinale dans le plafond du tunnel et une plaque de béton d'environ 8m² tombe du toit. L'effondrement du tunnel se produit à 14h53. A 15h30, le mur nord du puits s'effondre à son tour.



Figure 2. L'effondrement (photo Ayrton Vignola/ Folha de S.Paulo)

Les conséquences sont particulièrement graves. Des conséquences humaines avant tout puisque 7 personnes ont perdu la vie (1 ouvrier et 6 passants). Les conséquences matérielles, directes ou indirectes, sont également importantes. 1 minibus, 6 camions et 2 voitures sont emportés dans l'effondrement. Aux alentours, 230 personnes sont évacuées et logées, 94 immeubles doivent être confortés, 13 démolis. Pendant quelques jours, eau, gaz, électricité et téléphone sont coupés et le trafic très perturbé. Le projet lui-même prend 2 ans de retard et les pertes financières sont inestimables.

2. Analyse

L'enquête a été confiée à l'IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas) (IPT 2008). Elle avait pour objectif d'identifier les causes de l'effondrement. Les recherches commencèrent dès le jour de l'effondrement et se poursuivirent avec des excavations sur le lieu de l'effondrement, des analyses documentaires (6000 documents récoltés !), des entretiens avec différents acteurs du projet. Elles donneront lieu à un volumineux rapport (2 volumes + 46 volumes d'annexes, environ 3000 pages au total), livré en juin 2008.

2.1. Les facteurs de risques au cours de la conception

Les études préalables, notamment les études géologiques, ont été menées sur une très longue durée (une dizaine d'années). Leur qualité n'est pas remise en cause mais le modèle géologique élaboré semble trop simple pour prendre en compte les discontinuités du sol. Or, c'est sur cette base que ce sont fait les choix techniques. Ainsi, le système de soutènement choisi n'était pas approprié au contexte géologique.

Avec le modèle structurel, il aurait fallu définir une politique de surveillance, de vérification, définir des seuils d'alerte. Le choix de la Nouvelle Méthode Autrichienne (NATM) (Irshad 1988) imposait une validation du modèle par l'observation à l'avancement. Cette observation a été négligée et les valeurs qui ont malgré tout été reportées auraient dû déclencher des actions, ce qui n'a pas été le cas.

Au cours des travaux, des changements dans la conception sont intervenus sans que de nouveaux calculs n'aient été faits pour vérifier la cohérence globale (Oliveira 2009).

2.2. Les facteurs de risques au cours des travaux

Des décisions prise au cours de la phase de réalisation ont généré des risques importants. Ainsi, le volume excavé a été de 30% supérieur au volume initialement prévu. Par ailleurs, le rythme de l'excavation a augmenté, passant de 0,9m/j à 1,85m/j, sans études complémentaires sur les conséquences de ce choix. En ce qui concerne le suivi des travaux, des mesures, insuffisantes, étaient faites. Elles ont permis de constater des écarts très importants par rapport aux prévisions, notamment en termes de convergences et de tassements. Toutefois, ces mesures n'ont pas, la plupart du temps, entraîné de décisions visant à mettre en œuvre des actions correctives. En outre, les quelques actions correctives décidées n'ont pas réellement été mises en œuvre faute de communication efficace. Par exemple, des tirs à l'explosif n'ont pas été interrompus alors même que des désordres avaient été rapportés par les riverains.

2.3. Les facteurs de risques au moment de la catastrophe

Les conséquences de l'accident ont été aggravées par d'autres causes. Ainsi, le plan d'évacuation des ouvriers comportait des lacunes. Par ailleurs, les aménagements autour du chantier n'avaient pas prévu suffisamment de reports de cheminements : des riverains comptent ainsi parmi les victimes alors des déviations plus contraignantes auraient limité la circulation près du chantier et ainsi diminué le nombre de riverains impactés.

2.4. Les facteurs de risque liés aux aspects organisationnels

Le montage contractuel a eu des conséquences, directes ou indirectes, sur les risques et leur gestion. Ainsi, le fait que le maître d'œuvre soit un sous-traitant du constructeur n'a pas favorisé sa pleine objectivité dans l'exercice de ses missions. De même, les procédures de certification qu'imposait la technique retenue ont été menées par le constructeur lui-même. De manière générale, le type même de contrat (conception construction) s'est traduit, sur ce projet, par un retrait du maître d'ouvrage dans le suivi des travaux, lequel a été sous la responsabilité exclusive du maître d'ouvrage.

Le contrat entre Metro et CVA présentait lui-même d'importantes lacunes au niveau de la gestion des risques : identification insuffisante des dangers, manque d'évaluation particulière et globale des risques, absence de processus de gestion des risques. Le maître d'ouvrage ne pouvait pourtant pas ignorer ses responsabilités dans ce domaine. En tout état de cause, il n'y a pas eu de communication à ce sujet entre le maître d'ouvrage et le consortium ni, *a fortiori*, de partage des risques.

Ces lacunes ont été aggravées par une communication très lacunaire.

3. Recommandations

L'IPT a conclu son analyse par une série de recommandations visant à améliorer la gestion des risques. En ce qui concerne la Nouvelle Méthode Autrichienne, l'IPT rappelle l'importance du suivi technique avec l'analyse détaillée des mesures pendant la construction et révision du projet en conséquence. En ce qui concerne la gouvernance du projet, l'IPT confirme qu'aucun montage contractuel ne peut exclure totalement le maître d'ouvrage de ses responsabilités dans le suivi du projet. Il lui appartient de toute façon d'assurer l'équilibre entre qualité, coût et délais en spécifiant précisément les performances attendues respectivement selon ses différents objectifs.

Il est nécessaire que la responsabilité pour les données de surveillance et du plan géologique soit bien définie et que le maître d'ouvrage ait autant d'autorité que le responsable de la construction. Dans le cas de travaux souterrains, il est nécessaire que le maître d'ouvrage garde un certain niveau de contrôle en cours de conception et de réalisation, quel que soit le montage contractuel. Il doit s'assurer que les parties prenantes s'accordent sur des règles générales liées au projet, règles qui s'imposent à chaque ouvrage composant le projet.

Enfin, la gestion du risque est un processus initié dès le début du projet mais qui doit faire l'objet d'un suivi, avec notamment l'évaluation des risques résiduels.

4. Conclusion

Le chantier évoqué ci-dessous répond incontestablement aux critères de complexité des projets de génie civil. On ne peut toutefois pas considérer que l'on a ici affaire à un ouvrage exceptionnel. Les techniques de travaux souterrains faisaient l'objet dès 2007 d'une très bonne maîtrise par l'ensemble des acteurs de la construction. Les causes de l'accident relèvent essentiellement d'aspects de management, de suivi, de communication, de vérification, ... On est là véritablement dans le domaine du risque de projet et l'on voit l'importance de l'approche transversale de la gestion du risque, une approche qui doit transcender le point de vue des acteurs au profit du point de vue du projet lui-même.

5. Bibliographie

(Barros 2008) Barros, JM. Lyomasa, W. Azevedo, AA. Eisenstein, Z. Assis, AP. Lessons from Brasil : Pinheiros examined. Tunnel and Tunneling International. Novembre 2008, pp 16-21.

(Irshad 1988) Irshad, M. Larry H. Heflin, L.H. Soft-ground NATM tunnel designs for the Washington, D.C. Metro. Tunnelling and Underground Space Technology. Volume 3, Issue 4, 1988, Pages 385-392

(IPT 2008). Investigação e Análise do Colapso da Estação Pinheiros da Linha 4. Relatório Técnico Final No 99 642-205, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 384p. (en portugais).

(Oliveira 2009) Oliveira, David A.F. Back-analysis based on the Pinheiros Station Collapse. Australasian Tunnelling Society, 2009.

Annexe 4 – Les biais cognitifs face aux risques

Les biais cognitifs face aux risques

Laurent Dehouck, GRID.

1. Les pratiques de management des risques dans le BTP

Les parties prenantes des projets complexes du bâtiment et des travaux publics savent que la **réalisation des objectifs des projets, en termes de coûts, de délais ou de qualité par exemple, est avec certitude non certaine** ! Maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, ingénieristes, architectes, entreprises générales et des différents corps d'Etat sont donc inévitablement amenés à agir, décider, s'engager dans un contexte incertain.

Dans l'idéal, toutes ces parties prenantes devraient complètement comprendre les risques qu'elles affrontent avant de choisir entre les options qu'elles considèrent. De plus, dans les projets, la prise de risque de chacune des parties joue sur celle des autres. Un partage des risques se noue, mais la plupart du temps implicite et non partagé, encadré partiellement par les contrats. Le partage des risques est donc le plus souvent non décidé, un résultat de fait, observé a posteriori.

Une proposition majeure s'impose donc de fait - dans la plupart des projets, les données factuelles et la gouvernance des risques ne sont pas partagées en communs, en raison de contraintes de temps, d'organisation et de savoir-faires, de sorte que les parties prenantes des projets doivent se reposer pour leurs inévitables prises de risque sur leurs jugements subjectifs des possibles.

Dès lors, il est crucial de s'interroger sur ces pratiques ! De connaître la ou les cultures de management des risques des parties prenantes ! (cf. Germa). Mais il est aussi indispensable de prendre connaissance des résultats scientifiques expérimentaux sur l'élaboration des jugements et des décisions risqués en général. On peut les résumer de manière brutale : l'intuition et l'expérience lorsqu'elles ne sont pas soutenues par des méthodes formalisées déterminent des comportements non optimaux.

2 Les biais cognitifs et leurs conséquences

L'esprit humain, en situation d'incertitude construit des réponses, utilise des raccourcis de pensée, des enchaînements intuitifs qui s'écartent systématiquement du bon résultat. C'est ce qu'on appelle un biais cognitif. Ces biais sont nombreux, et reproduits systématiquement en laboratoire. Ils affectent tous les aspects de la prise de décision : le cadrage préalable (la structuration des options, des objectifs, des événements aléatoires), la recherche d'information sur ces points clés et leurs interactions, la décision elle-même et enfin l'apprentissage ex-post. A l'instar des illusions d'optique, il est très difficile de s'en défaire, car il ne s'agit pas d'une défaillance de perception mais plus profondément d'une défaillance du « système de traitement automatique » de la situation risquée inscrite sans doute dans nos cerveaux par des millénaires de sélection naturelle.

En laboratoire dans des situations simples contrôlées expérimentalement, ni la motivation, ni l'expérience, ni le niveau d'études ne permettent en majorité aux échantillons testés d'y échapper.

Concrètement, cela signifie que les situations pratiques de management de projet dans le BTP qui dénie l'incertitude par sur-confiance et ignorent les réalités de la prise de décision en incertitude s'écartent systématiquement de principes élémentaires de rationalité. Par conséquent des ressources sont gaspillées, et il s'en suit qu'aucune revendication de développement durable ne peut plus être légitimement soutenue.

Résoudre cette problématique implique trois recommandations de base :

- i. Prendre conscience des incertitudes affrontées dans les projets complexes de génie civil et accepter cette situation d'absence de contrôle total sur les résultats.
- ii. Prendre connaissance des biais de jugements qui existent lorsqu'il faut produire des évaluations de probabilités, et des évaluations de résultats possibles pourtant indispensables à toute action face à l'incertitude.
- iii. S'engager dans l'apprentissage résolu des méthodes et des organisations qui soutiennent l'action collective dans l'incertitude.

3 Quelques résultats sur l'évaluation de l'incertitude

Les principes élémentaires de rationalité lorsqu'on apprécie des événements incertains conduisent aux règles des probabilités. Or le programme de recherche sur les biais cognitifs initié notamment par Tversky et Kahneman récompensé à ce titre d'un prix Nobel en 2002 montrent que l'intuition et l'expérience sans soutiens méthodologiques ne se conforment pas à ces règles et déforment les probabilités.

Par exemple, à un jeu de pile (P) ou face (F) non biaisé, après la série FFFFFFFF, la probabilité de P au coup suivant est jugée (faussement) très majoritairement au-dessus de $\frac{1}{2}$. Les répondants confondent la probabilité du tirage conjoint FFFFFFFF très faible et la probabilité de tirer P au dixième coup.

Une des explications proposées pour expliquer ce comportement est le refus de l'aléa, et la recherche automatique par l'esprit d'un mécanisme déterministe derrière le tirage observé. Ce mécanisme déterministe imputé au jeu de pile ou face est illusoirement réputée symétrique d'où la tendance très générale à surestimer pour des raisons d'équilibre la probabilité de P au dixième coup. En pratique, ce phénomène peut s'appliquer à la situation suivante : après le départ, sur le même poste, de trois collaborateurs jugés successivement indésirables par le chef de projet, ce dernier pense – à tort – que la probabilité de recruter un nouvel incompetent est très faible.

Les petites probabilités (proches de zéro) - comme un tremblement de terre ou un Tsunami - **sont surestimés** ; et **les grandes probabilités** (proches de 1) - comme les blocages d'une association d'opposants à un grand projet causes de délais supplémentaires dispendieux- **sont sous-estimés**.

Les intervalles de confiance autour d'une grandeur incertaine à estimer (prévisions de coûts, de délais) sont systématiquement minorés, par les experts comme par les naïfs. **C'est le phénomène de sur-confiance**. Notre cerveau automatiquement s'attribue une capacité forte de contrôle et de maîtrise de l'environnement associés à des processus de remémoration ou d'analogie qui dépasse très généralement les faits. Testez-vous par exemple, en encadrant ce que vous pensez être les bonnes réponses sur dix questions quantitatives de culture professionnelle !

L'influence de la mémoire sur les jugements de probabilité d'un événement donné est très importante. Par exemple, la ressemblance, la récence des cas vécus déterminent de manière erronée très nettement les évaluations subjectives. Les règles formelles des probabilités impliquent aussi de réviser les estimations de probabilité d'un scénario risqué, dès que sont obtenus de nouvelles informations concernant ce scénario (loi de Bayes). Le phénomène dit « d'ancrage et d'ajustement » réduit la portée de **ces révisions qui de ce fait s'avèrent très généralement insuffisantes**.

L'estimation intuitive de **la probabilité d'événements disjoints est sous-estimée** (A ou B ou C, ...). Par exemple, la vraisemblance d'un échec de vol conduisant à la perte de la navette spatiale Challenger était estimée par le top management entre 1/1000 et 1/100 000. La même situation était estimée à 1/100 pour les ingénieurs de terrain. La fréquence des pertes d'engins spatiaux historiquement observée (2900 vols en 1986 lors de l'accident de Challenger) était de 1/25. Cette estimation relève bien d'une évaluation de probabilités disjointes de dysfonctionnements de composants indépendants de la navette.

L'estimation intuitive de **la probabilité d'événements conjoints (A et B et C, ...) est surestimée**. Par exemple, la probabilité de tenir le planning d'un projet complexe qui comporte de nombreuses tâches en interaction.

4 Quelques résultats sur l'évaluation des conséquences futures

La forme sous laquelle l'information sur les résultats est communiquée influence les traitements et la prise de décision. En matière de coût, tous les euros ne se valent pas ! En effet, la présentation des mêmes résultats en termes de **gains ou de pertes**, associée à un changement de point de référence, change l'évaluation. Les spécialistes parlent **d'aversion pour les pertes**.

L'évaluation est menée par ajustements successifs par rapport à un cadre initial. Ce processus de cadrage et d'ajustement conduit systématiquement à des ajustements insuffisants comme pour la révision des probabilités.

La **saillance et la récence** du point de référence jouent aussi un rôle majeur dans l'évaluation des résultats comme le dernier cas rencontré, ou bien un résultat inattendu particulièrement négatif ou positif. La facilité à imaginer un résultat ou à se le remémorer influence également les évaluations.

Enfin l'ensemble des processus de recherche d'information, qu'il s'agisse d'estimation de probabilité ou de résultat se fonde sur la **confirmation des préjugés**, des « a priori ». Il est particulièrement contre-intuitif de chercher des informations de réfutation contrairement aux recommandations de Popper sur la démarche scientifique.

En conclusion, les pratiques habituelles des parties prenantes d'un projet devant des risques semblent très vraisemblablement impactées par ces phénomènes cognitifs récemment découverts. Dès lors, sans modélisation formelle des risques, sans communication précise entre les parties prenantes tout au long du projet, sans formation, les pratiques actuelles ne peuvent sans doute pas être qualifiées de bonnes pratiques.

5 Alors que faire ?

De nombreuses recommandations sont envisageables, mais elles ne font pas pour autant disparaître automatiquement ces biais : s'en défaire implique en effet une réflexion approfondie encadrées par des méthodologies éprouvées.

La formation et l'entraînement à l'usage d'outils de modélisation des situations risquées. S'il est hors de question de se passer de l'intuition et de l'expérience du terrain, celles-ci pour être effectivement productives doivent être structurée explicitement dans des modèles afin de pouvoir les discuter et rendre possible un apprentissage de la formation des jugements devant l'incertain. L'exemple des météorologues et de certaines professions (diagnostic médical, aéronautique, ...) montrent des améliorations substantielles de la capacité de jugement devant l'incertain.

L'avocat du diable. Avoir recours à un « avocat du diable » qui cherche les arguments de réfutation, restructure la situation risquée sous plusieurs points de vue, reformule la vraisemblance des risques sous plusieurs formats quantitatifs (pourcentage, fréquence naturelle....) et leur impact sous plusieurs scores caractérisant les dimensions de l'évaluation (qualité, délais, valeur, ...)

Le test de la clairvoyance. Il permet de s'assurer qu'un problème de gestion d'un risque est bien posé. Le test est réussi si et seulement si un clairvoyant (le passé, l'avenir et le présent n'ont aucun secret pour lui) est en capacité de découvrir la meilleure réponse. A défaut, le problème est mal posé il faut restructurer la question.

Le test de la gouvernance. Répondre à ces questions permet de s'assurer que les risques sont pilotés. Les risques identifiés ont-ils des responsables ? Les responsables connaissent-ils la politique de risque du projet ? Disposent-ils des moyens et des outils pour la conduire ? Le système d'information et de communication du projet ; l'organisation du projet permettent-ils de suivre régulièrement et éventuellement de réviser la politique de risque du projet ?

Le test du REX. Les situations risquées sont suffisamment analysées dès lors que le gestionnaire de chaque risque est en mesure de distinguer, a priori, ce qui dans ses résultats relèvera de la chance et ce qui relèvera de son action. Ex post, les erreurs éventuelles sont donc apparentes et distinctes des effets positifs ou négatifs de l'incertitude sur les résultats. Un retour d'expérience effectif peut s'engager.

« Détromper » la communication naturelle. Sans formalisation quantitative, il est facile pour deux risques de **même incertitude**, d'être qualifié l'un d'élevé si les conséquences sont graves et l'autre de négligeable si les conséquences peuvent être assumées par le projet. En parallèle, considérons deux risques **aux conséquences identiques** : l'un dont la vraisemblance est élevée sera dit élevé ; l'autre dont la vraisemblance est faible sera

négligé. Comment comprendre alors ce qu'une partie prenante exprime lorsqu'elle affirme d'un risque qu'il est élevé ?

On peut résoudre cette question de fond uniquement si l'on accepte :

1 - D'utiliser des probabilités quantifiées ou des intervalles de confiance plutôt que des appréciations qualitatives. La communication entre deux acteurs a ainsi la même signification (techniques d'élicitation des probabilités).

2- De formaliser également l'évaluation des conséquences d'un événement risqué en précisant les axes d'évaluation, leur métrique, etc. (techniques d'élicitation des scores).

Pour conclure avec humour, vous vous souvenez sans doute que dans « l'épisode 4 de la Guerre des Etoiles », « Luke », le fameux « Jedi » imaginé par « Spielberg » et « Lucas » est en situation de lancer son unique missile dans l'étroite faille de la défense de « l'étoile noire » sans droit à l'erreur. Il se fie à son intuition, éteint le dispositif d'assistance, et ferme les yeux avant de déclencher son tir. A présent, dans la conduite de vos projets, face aux risques, continuerez-vous à agir comme lui ?

**Synthèse des Pratiques Professionnelles pour le management
des Risques de Projet dans la Construction**

D. Breyse – B. Munier - H. Niandou – M. Chaplain

(Groupe de travail n°4)

Table des matières

1. Pratiques en maîtrise des risques de projet de construction

1.1. Le contexte

1.2. Les pratiques professionnelles

1.2.1. Des procédures nationales ou internationales

1.2.2. Quelques exemples de pratiques innovantes

1.2.3. Des pratiques qui demeurent limitées

1.2.4. Un bilan d'ensemble sur les pratiques de maîtrise des risques de projet

2. Un exemple particulier : les risques de projets de tunnels urbains

2.1. Un contexte de risques non maîtrisés

2.2. La réponse des experts de la profession

2.3. Des positions et des actions en pointe

Introduction

Les pratiques de gestion des risques dans les projets sont aussi vieilles que les projets eux-mêmes, depuis l'invention du contrat de commandite pour partager les risques de l'aventure maritime, et le mot même de risque par les marchands lombards du XIII^{ème} Siècle pour caractériser la dangerosité de leurs projets commerciaux. Mais ces pratiques sont restées démunies de techniques d'estimation, d'évaluation et de traitement jusqu'à une période très récente, que l'on peut faire remonter aux années Soixante. Leur diffusion dans les différentes industries a été lente, et l'industrie de la construction a marqué un certain retard par rapport à des secteurs comme les transports, l'énergie et la chimie (pharmacie, pétrochimie, etc.) et, plus récemment, l'industrie mécanique.

Les préoccupations en matière de gestion de risques se sont déplacées. Du besoin élémentaire d'outils encadrant la réflexion, on est passé au besoin d'affiner l'information et le recueil d'information pour agir en réponse aux risques. La question d'une conception renouvelée des systèmes d'information des organisations en vue de gérer les enjeux risqués de leurs projets s'est ainsi posée. La réponse pratique la plus courante est celle du retour d'expérience, pratique que l'on examine en deuxième section de la première partie du texte ci-dessous.

1. Pratiques en maîtrise des risques de projet de construction

1.1. Le contexte

Les questionnements relatifs au RMP (Risk Management de Projet) ne sont pas particuliers au secteur de la construction. (Bourdichon, 2001) rappelle le cadre général de la maîtrise des risques dans le management de projet.

Elle s'avère nécessaire dans le cadre d'une gestion pro-active (qui n'est plus seulement, ni un suivi, ni une gestion réactive). L'objectif est de ramener les risques encourus à un niveau résiduel identifié et optimisé ou, à tout le moins, acceptable, à la fois :

- pour le client (la qualité, les performances, les délais),
- pour l'entreprise (les résultats économiques, les marchés futurs, l'image, la sécurité, ...).

On peut :

- *en amont, contribuer à une définition pertinente des objectifs en coûts/délais/performance, sous réserve de préciser (et le plus souvent d'éclater en sous-dimensions) les deux dernières dimensions*
- *assurer en permanence, ou au moins en séquence, à l'intérieur de chacune des phases principales du projet, la tenue du projet par rapport aux événements susceptibles d'en affecter le déroulement.*

Pour (Williams, 1995), le management des risques de projet apparaît comme un processus dynamique, du fait que les informations disponibles aussi bien que les objectifs changent au cours du déroulement du projet :

- en phase de définition, l'accent est mis sur les aspects de stratégie et de performance,
- en phase de contractualisation, l'aspect financier est essentiel,
- en phase de construction, c'est sur le respect des délais que l'on a tendance à insister,
- une fois l'ouvrage livré, ce sont ses performances qui mesurent le succès du projet.

Il ne faut pas non plus confondre (Ika, 2007) :

- le succès de la gestion de projet (coût, délai, qualité) et
- le succès du projet (par exemple, celui du livrable du point de vue des utilisateurs finals).

On peut néanmoins convenir que ce dernier point est une *partie* des *objectifs* de la gestion de projet. Que l'état *final* du livrable diverge de la cible que l'on s'était proposé d'atteindre résulte de l'impossibilité de maîtriser au sens habituel du mot le déroulement du projet, précisément parce qu'il est risqué. Ce point important n'a pas toujours été tranché de façon claire dans la pratique des entreprises. Or, il est décisif, car il sépare le domaine de la *gestion de la qualité* et de son contrôle du *management des risques* proprement dit. Rechercher le *zéro défaut* a un sens, rechercher le *risque zéro* n'en a aucun (Munier, 2009).

Or si les délais peuvent être estimés sans trop de difficultés, les coûts le sont déjà un peu moins facilement : dans le cas des projets routiers et autoroutiers, par exemple, les « évolutions » entre coût projet et coût livrable que l'on évoque plus loin sont en partie dues à des difficultés d'estimation. Quant au degré de satisfaction des utilisateurs finals, il ne fait pas partie de l'outillage familier des entreprises de construction. Si les coûts et délais peuvent être évalués et progressivement réévalués au cours du projet, le troisième peut évoluer notablement jusqu'à la livraison, sans même parler du moyen et long terme. Comment procéder ? C'est l'un des défis à relever dans la gestion de projet en général, dans les projets d'infrastructure en génie civil notamment. Cette nécessité est soulignée par Une première solution est apportée par l'usage de l'analyse de la décision en univers risqué (Munier, PMI 2009).

(Bruzelius et al, 2002) élargissent encore la question, en dénonçant les procédures qui conduisent à décider de la faisabilité de mégaprojets de manière partielle et partiale, sous la pression de groupes d'intérêt, et au détriment des usagers et contribuables qui auront finalement à supporter des effets pervers ou l'équilibre financier d'un projet non rentable par l'impôt. Cette remarque vaut en France non seulement pour les mêmes raisons, mais aussi du fait de l'existence de sociétés nationales agissant de manière comparable. La Cour des Comptes le rappelle périodiquement.

Il existe un certain nombre de documents de référence qui définissent les concepts utilisés et le cadre méthodologique général du RMP (RAMP, PMBok...). Citons Walewski : *"Increased concerns about project risk have given rise to various attempts to develop risk management methodologies. An example of such is the **Risk Analysis and Management of Projects (RAMP)** method produced by the **Institute of Civil Engineers and the Institute of Actuaries in the United Kingdom** (RAMP 1998⁷). This method uses a project framework to identify and mitigate risk by using the accepted framework of risk identification and project controls by focusing on risks as they occur during the project life cycle. It requires users to follow a rational series of procedures and to undertake this analysis at scheduled intervals during the life cycle of a project. RAMP applies to all types of project but does not focus on international issues.*

*Traditional risk assessment for construction has been synonymous with **probabilistic analysis**. Such approaches require events to be mutually exclusive, exhaustive, and conditionally independent. However, construction involves many variables, and it is often difficult to determine causality, dependence and correlations. As a result, **subjective analytical methods** that rely on historical information and the experiences of individuals and companies have been used to assess the impact of construction risk and uncertainty."*

Nous reviendrons plus loin sur cette question de la description et de la modélisation des risques (probabiliste ou pas), avec ses avantages et ses limites, dans la mesure où il s'agit aussi d'une question essentielle.

Et la construction ?

(Bourdeau et al, 2003) se sont interrogés, dans un article « état de l'art » sur la gestion des risques de projet, dans tous domaines (mais découlant d'une expertise dans le domaine du génie logiciel), quant à la spécificité du secteur de la construction.

Une étude sur les projets financés par la Banque Mondiale (1974-1988) a montré que 63 % des projets parmi 1778 ont connu une augmentation significative des coûts (Baloï et Price, 2003). Pour la même période, (Pipattanapiwong, 2004) retient que, sur 1627 projets achevés, les retards ont été de 50 à 809 %. Des surcoûts de 40 à 200 % avaient été identifiés dans une étude de 1991 (sur 3500 projets de différents pays) par Morris et Hough (Magnussen et al, 2005). C'est ainsi que la « Loi Mc Namara » - lorsque celui-ci était à la tête de la Banque Mondiale - voulait que le coût livrable soit jusqu'à 2 fois le coût chiffré par le projet !). A une échelle nationale, (Assaf, 2006) indique que (en Arabie Saoudite) 45 projets sur 76 ont eu du retard (environ 60%).

L'étude de Flyvbjerg et al (2002) sur 258 grands projets s'étendant sur 70 ans est la première étude statistique d'envergure sur les surcoûts des grands projets. Elle a montré que les problèmes de prévision des coûts sont récurrents. Les résultats majeurs sont :

- les coûts sont sous estimés pour 9 projets de transport sur 10, avec une moyenne de surcoûts de 28 %,

⁷ RAMP (Institute of Civil Engineers and the Faculty and Institute of Actuaries). 1998. *Risk Analysis and Management for Projects*. Thomas Telford, London.

- les projets routiers ont des dépassements de 20 %, ceux de tunnels et de ponts de 34 %, ceux de voies ferrées de 45 %.

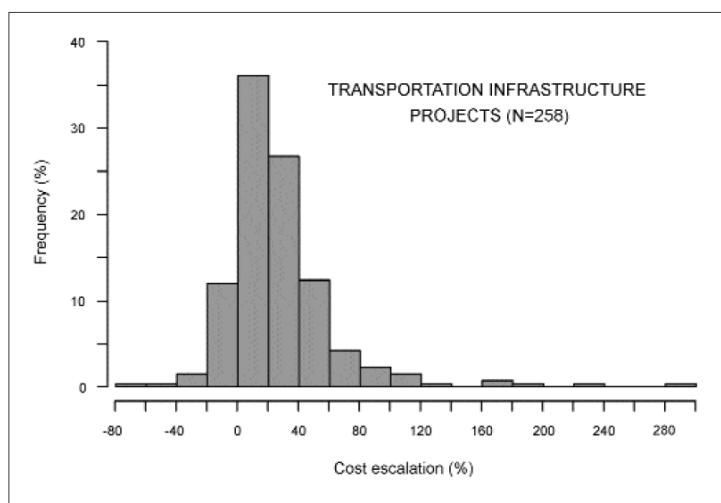


FIGURE 1. Inaccuracy of cost estimates in 258 transportation infrastructure projects (fixed prices).

TABLE 1. Inaccuracy of transportation project cost estimates by type of project (fixed prices).

Project type	Number of cases (N)	Average cost escalation (%)	Standard deviation	Level of significance (p)
Rail	58	44.7	38.4	<0.001
Fixed-link	33	33.8	62.4	<0.004
Road	167	20.4	29.9	<0.001
All projects	258	27.6	38.7	<0.001

L'étude montre que les estimations ne se sont pas améliorées avec le temps (les projets les plus anciens de l'échantillon remontent aux années 1920) : si les techniques d'estimation ont fait des progrès, cela n'a eu aucun effet. Les auteurs envisagent, sans trancher, des explications économiques (les promoteurs sous-estiment pour faciliter l'adhésion), psychologiques (biais d'optimisme des décideurs et promoteurs) et politiques (la Banque Mondiale a forgé le terme de *EGAP-principe* : « everything goes according to plan » pour traduire le comportement courant, par exemple sur les projets de tunnels, lors de la recherche des investisseurs).

Les conclusions des auteurs sont :

- la pratique de sous-estimation des coûts ne permet pas une allocation efficace des ressources rares sur les différents projets,
- il ne faut pas faire confiance aux estimations,
- il faudrait développer des outils (financiers, professionnels et même sous la forme d'incitations (théorie économique de l'agence, p.ex.) voire de sanctions juridiques en cas d'erreurs importantes et prévisibles) pour permettre de fournir des estimations plus justes.

Certains projets sont emblématiques de ces dérives ou de ces échecs, par exemple :

- la construction du « Second Stage Expressway » a été suspendue après que 3,1 milliards de dollars aient été investis dans la construction de cette autoroute (*Lam*⁸, 1999).
- Flyvbjerg (2002) cite le cas « record » de l'Opera de Sydney, qui a coûté 15 fois plus que prévu à l'origine.

Le Projet du Boston's Central Artery tunnel (Big Dig) est, de ce point de vue, exemplaire. (*Pinto*, 2006) l'analyse avec le regard de la défaillance dans le management de projet. Il met en évidence le concept de « **normalisation de la déviance** », qui a conduit à la catastrophe de la navette Columbia en 2003 : on s'habitue peu à peu à fonctionner dans un système dégradé... :

⁸ Lam P.T.I., A sectoral review of risks associated with major infrastructure projects, *International Journal of Project Management*, Volume 17, Issue 2, April 1999, Pages 77-87.

- des organisations bien intentionnées deviennent peu à peu moins sensibles à des écarts à la norme,
- le non attendu devient attendu, puis devient accepté.

Il faut dire que le projet de Big Dig est exceptionnel avec une multiplication des coûts (fig. 2) et des dépenses dépassant largement pendant plusieurs années l'ensemble des dépenses faites sur toutes les autoroutes de l'Etat du Massachusetts (fig. 2). Le coût initial estimé en 1985 était de 2,8 milliards de \$ (soit 6 milliards de 2008). Il a dépassé 14,6 milliards et, en ajoutant 7 milliards d'intérêts, a atteint 22 milliards, avec des remboursements qui s'étaleront jusqu'à 2038 ! (fig. 3 et 4, <http://jonathanmelleonpolitics.blogspot.com/2007/10/on-bill-weld-big-red-dig.html>).

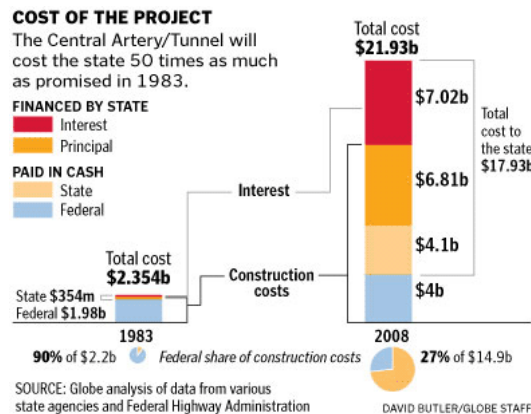


Fig. 2. Big Dig : l'explosion des coûts du projet



Fig. 3. Big Dig, dévoreur de budget

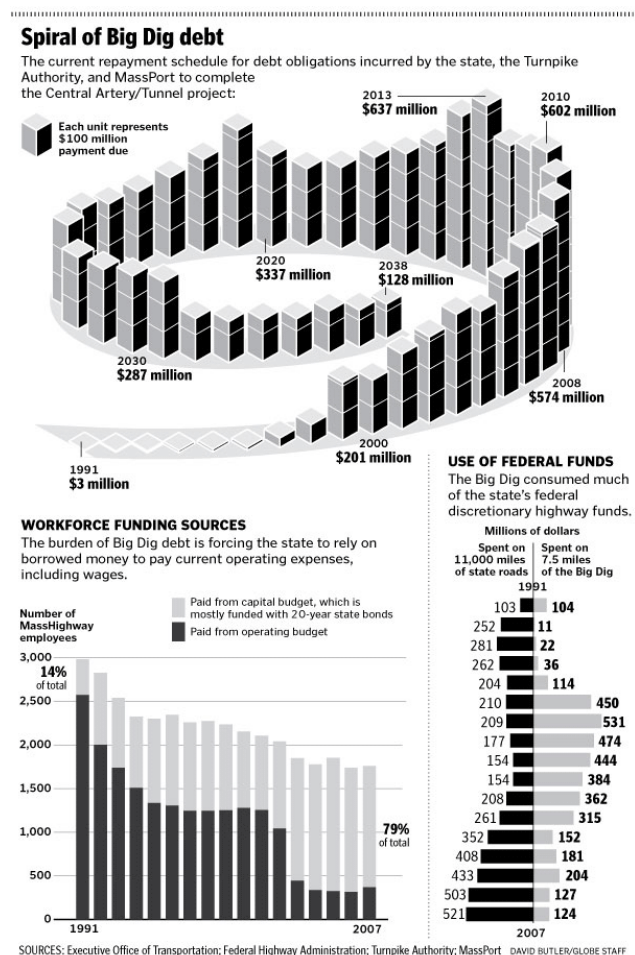


Fig. 4. Big Dig : la spirale de la dette

Ainsi, jusqu'à 200 % de retard et de surcoûts peuvent être vus comme "la norme", et, souvent, les grands projets ne satisfont pas les critères de « performance satisfaisante » (Pinto, 2006). Pour Weiler C.⁹, cité par (Kartam et al, 2001), plus de 80 % des projets dépassent les délais alloués, même en utilisant des outils de management de projet.

Des études faites sur les infrastructures de transport ont montré des surcoûts habituels de 50 à 100 % et pouvant dépasser 100 % (Tunnel sous la Manche), des trafics observés de 20 à 70 % en dessous des prévisions. Les prévisions initiales sont souvent super-optimistes à un degré élevé, au-delà des incertitudes usuelles. Elles ne peuvent s'expliquer que par un biais induit par les promoteurs (politiques, groupes de lobbying, entreprises) du projet pour le rendre désirable (Bruzelius et al, 2002)

⁹ Weiler C., *Risk-based scheduling and analysis, software development manager at Lexis-Niexis, PM Network Magazine, 1998, 29-33.*

Ces chiffres justifient à eux seuls d'une préoccupation croissante pour le RMP. Une autre source de préoccupation est l'existence de projets défaillants, comme dans le cas des tunnels urbains (nombreux accidents sérieux qui ont conduit à une prise de conscience collective et à la mise en œuvre d'une stratégie de réponse adaptée, comme nous le verrons au § 3.

1.2. Les pratiques professionnelles

Evoquer les pratiques professionnelles, c'est nécessairement aborder des questions à trois échelles :

- celle des procédures et des règles définies pour la profession à l'échelle nationale ou internationales,
- celle des pratiques et des méthodes que la profession met en œuvre, dans le cadre de son activité, sur une base volontaire. Ces pratiques constituent alors un état de l'art partagé par la communauté. Les associations professionnelles peuvent être à l'initiative de telles règles
- celle des pratiques, parfois innovantes, qui demeurent dans le giron de quelques acteurs de la construction (maîtres d'ouvrages, entreprises ou bureaux d'études), sans qu'ils soient partagés par l'ensemble de la profession.

Les pratiques peuvent concerner la gestion des risques de projet, mais aussi d'autres domaines, qui interfèrent avec les risques : pratiques de management de projet, pratiques de contractualisation.

En ce qui concerne les pratiques de management des risques, on peut distinguer les objectifs visés, les textes et procédures, et les moyens mis en œuvre (logiciels, organisation interne...).

1.2.1. Des procédures nationales ou internationales

Les normes et recommandations ne manquent pas dans le domaine de la gestion des risques de projets. Appliquées couramment dans d'autres secteurs industriels, elles le sont beaucoup moins en Génie Civil et encore moins dans le Génie Civil français.

Les pratiques de contractualisation interfèrent avec le management des risques. Un bilan de ces pratiques (grandes lignes, tendances et conséquences sur l'allocation des risques...) n'est donc pas inutile.

Les recommandations de bonnes pratiques de la FIDIC¹⁰

La FIDIC (Fédération Internationale Des Ingénieurs Conseils) a été créée en 1913 et a élaboré au fil des ans une série de contrats standard ainsi que des « guidelines » (recommandations de bonnes pratiques ». Les documents ont progressivement tendus à devenir une « Loi commune ». La Banque Mondiale s'est appuyée sur les documents de la FIDIC pour rédiger ses propres documents (Standard Bidding Documents for Works, 2005), comme les Banques Asiatique ou Africaine de Développement. En 2004, on estimait que 40% des contrats internationaux de construction s'appuyaient sur les modèles de contrats établis par la FIDIC.

Les conditions FIDIC sont considérées comme équilibrées entre les partenaires, en particulier pour l'allocation des risques et des responsabilités. Les principes de base sont que le risque est alloué à la partie la plus apte à la supporter et à la contrôler, et que l'entreprise ne peut s'engager que sur la base des conditions dont il a connaissance ou qu'il est capable de prévoir et de chiffrer raisonnablement dans son offre.

La FIDIC a publié en 1999 quatre documents en langue anglaise, qui se veulent être des manuels de bonne pratique de l'ingénierie :

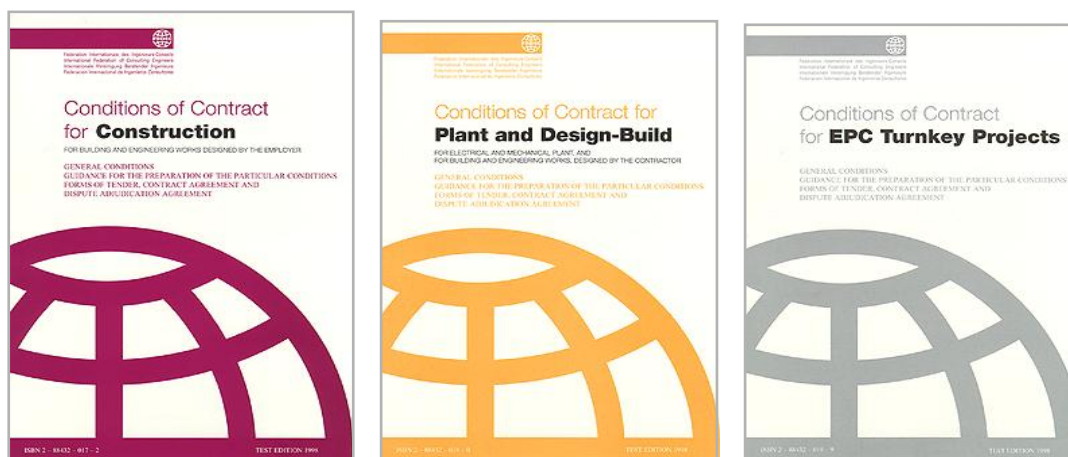
- **New Red Book**, pour les contrats pour la construction, conçus par le client
- **New Yellow Book**, pour les contrats pour la conception-construction, conception par l'entreprise
- **Silver Book**, pour les contrats *EPC/Turnkey*¹¹,
- **Green Book** « *short form of contract* »¹².

¹⁰ Ce texte constitue une synthèse établie à partir des sources suivantes: (Booen, 2001), (Hök, 2005), (Jenkinson, 1999), (Skibniewski, 2008), (Wade, 1999), (Wade, 2005).

¹¹ EPC pour « engineering, procurement, construction » est le terme équivalent à « design build » pour les Etats-Unis.

A ces documents s'est ajouté en 2008 le **Gold Book**, qui concerne les projets de type PPP (DBO – *Design-build-operate*).

Dans le New Red Book et le New Yellow Book, les travaux sont supervisés par l'ingénieur, employé par le client. Il n'a plus à être impartial, mais doit être juste (« *fair* ») dans les estimations des quantités. C'est lui qui certifie les paiements à l'entreprise, en général sur la base des quantités mesurées et des prix du bordereau de prix pour le New Red Book, et au forfait, avec un échancier qui repose sur le constat de « *milestones* » pour le New Yellow Book.



La couverture des Guides FIDIC

Le **Silver Book** offre une alternative aux recommandations des Red et Yellow Books, qui étaient contournés par les clients. « *Nous notons, sans honte, que le Silver Book est né d'une demande du marché, sachant que la préférence du FIDIC va au Yellow Book, avec son partage plus équilibré des risques* » dit Wade (2005).

Dans le **Silver Book** :

- l'entreprise porte la responsabilité de la conception et du calcul, elle fournit le produit clés en mains, et devant satisfaire les exigences prescrites. Elle a le choix des méthodes (le client n'exerce qu'un contrôle limité, sans interférer),
- le client fournit des « *Employer's requirements* », que l'entreprise doit satisfaire. Il est responsable de la définition de ses exigences, et de la définition des moyens de contrôle de leur atteinte,
- le contrat est signé sur un prix forfaitaire,
- la plus grande partie des risques sont pris en charge par l'entreprise, dont la prise en compte de conditions de sol mal connues, des erreurs dans la conception (ou liées à une incomplète vérification des données fournies par le client)... L'entreprise est pleinement consciente des risques supplémentaires qu'elle doit supporter et adapte son prix en conséquence (il y a peu de chances qu'elle obtienne des allongements de délais ou des compensations financières pour imprévus, les financeurs exigeant que tous les événements susceptibles de nuire au projet soient explicitement mentionnés dans le contrat). Ainsi, l'offre de l'entreprise doit reposer sur une analyse approfondie de ses risques,
- le client paie plus, pour compenser la prise de risques plus élevée de l'entreprise, et pour être mieux assuré de l'obtention des objectifs,
- le client suit le projet, de manière à s'assurer que les performances spécifiées sont atteintes. Il peut à cet effet rémunérer un représentant (consultant¹³), dont l'attitude doit être « *fair and reasonable* ».

Cela correspond à des projets où le client est donc prêt à payer plus qu'avec un mode traditionnel de contractualisation, le surcoût étant accepté par le client, qui préfère plus de certitudes sur la réussite des objectifs du projets. Les risques qui demeurent supportés par le client sont peu nombreux (guerre, terrorisme, force majeure).

¹² Type de contrat adapté aux nombreux projets sans grande complexité comme des projets d'infrastructures linéaires répétitives, même s'ils peuvent être d'un budget élevés (initialement, moins de 6 mois et 500 000 \$).

¹³ Le « **White book** » établit les règles du contrat entre le client et le consultant.

Le **Gold Book** est adapté aux contrats de type PPP (Skibniewski, 2008). La prise en compte de la période d'exploitation est essentielle, dans la mesure où elle incite l'entreprise à concevoir et à construire pour durer. Le document repose sur une durée d'exploitation de 20 ans, avec des adaptations possibles. Le « **Gold Book** » s'attache à une description précise des périodes d'interface : un « *Commissioning Certificate* » (Clause 9) doit être délivré pour marquer la fin de la période de conception / réalisation et autoriser le commencement de la phase d'exploitation. La clause 10 précise que les parties sont tenues, dès le début de cette phase, d'établir un « audit de conformité » qui, sans présenter de caractère impératif devra les guider pendant toute l'exécution de celle-ci. Le **Gold Book** comporte des nouveautés relatives aux causes d'exonération.

Les clauses 17 à 19 sont restructurées : clause 17 – allocation des risques, clause 18 – risques exceptionnels, clause 19 – assurance. On identifie les risques supportés par chaque partie, on distingue les risques aux conséquences commerciales (« *commercial risks* ») et les risques aux conséquences physiques (« *damage* »), et on différencie les risques durant la période de conception-construction et ceux pendant la période d'exploitation. Enfin, la notion de « force majeure » disparaît au profit de la notion de « risque imprévisible » dont il est précisé qu'il relève de la responsabilité exclusive de l'entreprise.

1.2.2. Quelques exemples d'approches innovantes

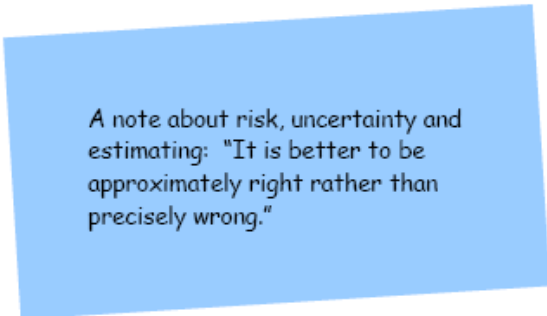
Un exemple américain : la procédure CEVP® :

Elle est née de l'interpellation par un Sénateur en 2002, qui s'interrogeait sur la faible crédibilité des estimations de coûts. Le Secrétaire aux Transports de l'Etat de Washington a demandé à un petit groupe de consultants et au WSDOT de développer une méthodologie d'estimation des coûts et des délais, pour la mise en œuvre d'un très lourd programme de construction d'autoroutes (WSDOT, 2008 ; Parker et Reilly, 2009 ; Reilly 2009). L'estimation des coûts devait inclure à la fois les risques et les opportunités.

La procédure a été développée pour faire face à la dérive des coûts sur les projets d'infrastructures entre les coûts estimés en phase très précoce et les coûts finaux. Les trois questions posées par le public et les planificateurs, et qui attendent une réponse plus précise sont :

Quel sera le coût ? Combien cela durera t-il ? Pourquoi ?

Une réponse de WSDOT repose sur une estimation en termes d'intervalle (« *range of costs* »). La logique est :



A note about risk, uncertainty and estimating: "It is better to be approximately right rather than precisely wrong."

Cette estimation requiert une identification et une évaluation des risques essentiels. **Elle repose sur le principe que ce qui peut être mesuré peut être managé**, d'où la nécessité d'estimer les coûts et les délais, en se posant les questions des raisons des coûts et des délais.

La procédure développée est le CEVP®, modèle probabiliste des coûts et des délais. Elle a été utilisée avec succès sur plusieurs projets et améliorée à plusieurs reprises. Désormais, l'administration fédérale (FHWA 2008) requiert que le CEVP® ou une procédure similaire soit utilisée pour les projets complexes (plus de 100 millions de \$). La procédure CRA est utilisée pour les projets entre 25 et 100 millions de \$. Le succès majeur de la procédure est son acceptation par les équipes de projet, le public, les médias et les décideurs.

La procédure repose sur :

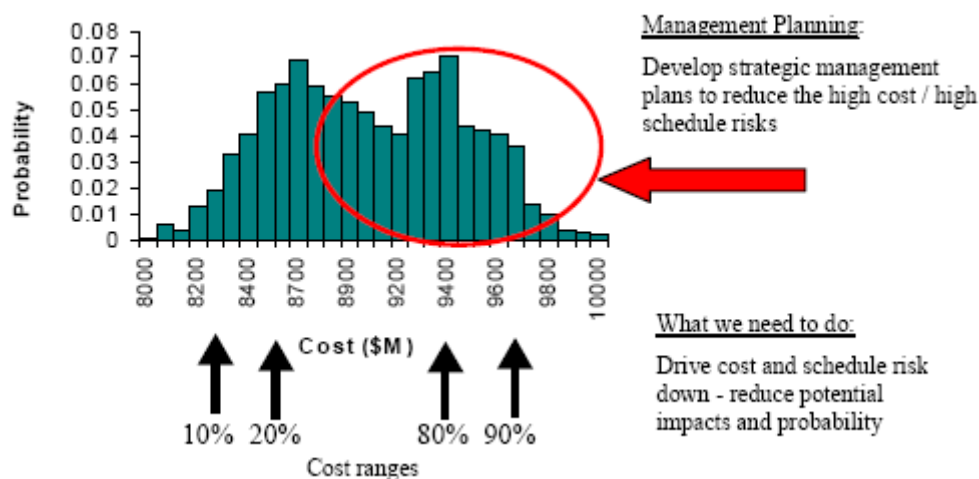
- l'inclusion des conséquences des événements redoutés, identifiés sur des projets précédents comparables,
- le recours à des experts indépendants, qui ont été en charge de projets similaires.

Sur la base d'une analyse approfondie du projet, la justesse et le degré de complétude de la base des coûts est validée par des experts externes indépendants (le client et les équipes de projet ont un regard biaisé), dans une approche collaborative, et les incertitudes (risques et opportunités) sont prises en compte.

Le programme CEVP® a été implémenté par le WSDOT avec une forte implication des personnels. Elle repose sur un travail collectif en workshop. Le guide (WSDOT, 2008) est un document ressource pour les participants aux workshops CEVP® et CRA. Il contient des éléments utiles pour les participants à un workshop : l'équipe de projet, les animateurs « coût » et « risque » (« leads »), les experts sur les sujets techniques et le coordinateur. Les workshops se tiennent normalement dans la phase de conception des projets. Les résultats sont présentés de manière à être aisément compréhensibles par les décideurs politiques et communicables au public.

En résumé, la procédure est la suivante :

- examen critique de la base des coûts unitaires par des experts externes. Un atelier de travail est conduit par un expert pour valider cette base.
- supprimer les provisions forfaitaires pour aléas et incertitudes et les quantifier à partir des événements redoutés explicites (risques et opportunités). L'identification et la quantification des risques est conduite par un expert au sein d'un atelier (membres de l'équipe de projet + experts techniques externes sur le sujet du projet). Cette élicitation se fait de manière itérative sur la base d'informations objectives et subjectives,
- élaborer un modèle du projet (souvent sur la base d'une feuille Excel®), utilisant un organigramme des tâches, avec le chemin critique. Le modèle inclut les événements incertains avec leur probabilité et leurs conséquences. L'estimation sans aléas est le coût de base du projet,
- conduire des simulations aléatoires pour établir une distribution statistique probable des coûts et des délais,
- le modèle est aussi utilisé en cours de projet, pour la gestion des conséquences des changements,
- le travail donne lieu à l'écriture d'un rapport et d'un plan de management des risques.



Distribution statistique des coûts par la procédure CEVP® (d'après Reilly, 2009).

Les estimations des « range » reposent sur des simulations de Monte-Carlo, avec des distributions discrètes ou continues des variables de base. Les événements incertains peuvent être : (a) mutuellement exclusifs, (b) dépendants en termes de probabilité, mais indépendants en termes d'impact, (c) corrélés. Les trois sont simulés, en conduisant de manière coordonnée l'estimation des coûts et des délais. Les simulations utilisent des logiciels commerciaux (p.ex. @RISK, PertMaster) et on conduit usuellement 5 000 simulations.

Entre 2002 et 2006, environ 15 projets ont été traités chaque année par cette procédure, dont la moitié avec CEVP® et la moitié avec CRA. Le coût du traitement des dix premiers projets a été de 1.5 million de dollars a été estimé inférieur à 0.01 % du coût des projets. Un besoin est désormais de quantifier l'efficacité de ce travail (justesse des estimations, gains induits). Depuis 2006, le WSDOT s'est attaqué au développement d'un outil de modélisation des risques à l'échelle d'un programme de projets (et non plus d'un seul projet) et au développement d'une base de données de risques (Gabel, 2006).

(Gabel et Reilly, 2006) citent un exemple : un workshop CRA a été consacré à un projet d'échangeur autoroutier dans le comté de Kitsap. L'estimation initiale était de 16 millions, le workshop a conduit à une fourchette de 20.2 à 25.3 millions, et le coût final a été de 22.2 millions. En outre, le workshop a permis de fournir à l'équipe de projet un registre des risques avec les probabilités estimées et les conséquences potentielles. Ce registre a été utilisé en management préventif, avec le choix par l'équipe de projet d'éviter le risque, de le traiter ou de le transférer. Les risques qui étaient acceptés étaient connus et suivis, ce qui a permis à l'équipe de projet d'anticiper les réponses.

L'exemple norvégien

En Norvège, pour mieux contrôler l'investissement public dans les mégaprojets (budgets dépassant 60 millions d'euros), le Ministère des Finances a instauré en 2000 une procédure d'assurance qualité de manière à garantir le caractère réaliste des estimations budgétaires des projets soumis au Parlement. sur les gros projets publics d'infrastructures. **Elle conduit à soumettre chaque année les 10 à 20 plus importants projets à une revue externe approfondie, en phase préliminaire de projet.**

Dans un premier temps, la procédure comprenait une estimation externe des coûts et des incertitudes, pour fournir au Ministère des Finances des analyses indépendantes avant l'attribution des fonds par le Parlement. Cinquante projets ont suivi cette procédure entre 2000 et fin 2004 (Magnussen et al, 2005). **L'objectif de cette revue est d'identifier les coûts anticipés, les plannings et les incertitudes majeures pouvant affecter les objectifs du projet.**

L'analyse de ces projets a montré de forts écarts entre les coûts estimés au départ et ceux estimés par les experts externes, qui se sont atténués progressivement. La procédure a été critiquée en raison de son coût (qui est souvent inférieur à 0.1 % du budget du projet) et des délais supplémentaires. Mais la critique majeure a porté sur son objectif même : « est-il nécessaire de passer autant de temps pour un écart de 5% sur les coûts quand on a négligé de débattre de la simple opportunité du projet ? ». Les auteurs citent un exemple, relevant de la Défense, où un équipement de 30 millions d'euros conduit techniquement à son terme est devenu obsolète le jour même de sa mise en service, en raison de changements stratégiques.

Il est apparu dès lors essentiel de se donner les moyens de juger de la faisabilité du projet et de ses effets à long terme. La procédure d'assurance qualité a été modifiée en 2005 pour en tenir compte, et inclure une phase portant sur le choix du concept, à un stade amont du cycle de projet. La procédure (*quality assurance of the choice of concept QA1*) doit être achevée à la fin de la phase de pré-étude, juste avant que le gouvernement décide de lancer ou non la préplanification. C'est sur cette phase, et avant la décision de financement, que porte la procédure QA2, incluant les estimations de coûts et les analyses d'incertitudes. Le rapport soumis au ministre doit contenir l'évaluation des coûts, expliquant ce qu'il faut faire pour assurer qu'elle soit réaliste.

Dans la phase amont, l'évaluation des projets porte sur 5 dimensions (qui en conditionnent le « succès ») :

- *efficiency*
- *effectiveness*
- *impact, relevance et sustainability.*

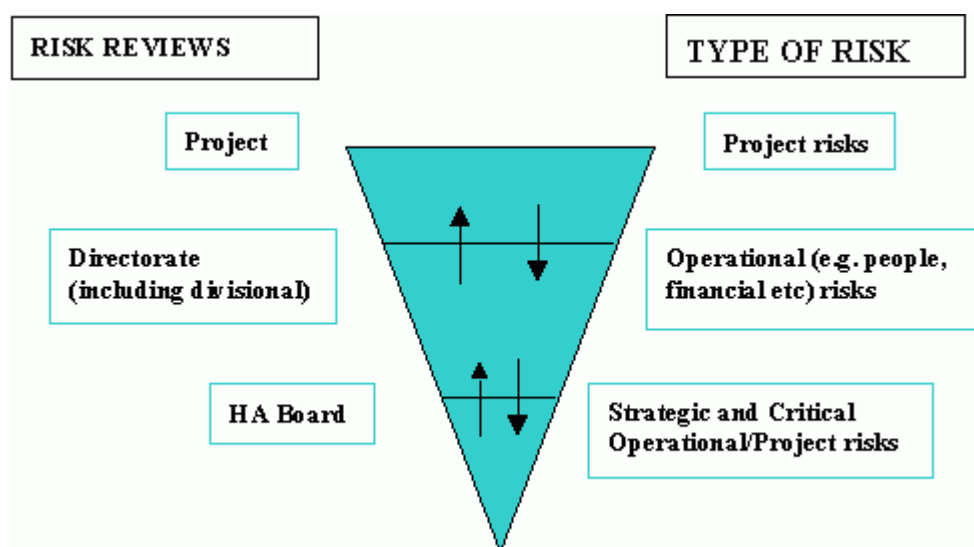
Il convient de distinguer les objectifs opérationnels (sur lesquels on focalise le plus souvent en MRP avec le triangle coût-délai-performance) des dimensions tactiques et stratégiques. Les pouvoirs publics doivent dispo-

ser d'éléments de jugement en amont, différents de ceux qui intéressent les constructeurs, pour évaluer la pertinence des projets¹⁴.

En particulier, cette revue doit identifier les facteurs critiques de succès et d'échec potentiel. A été mis en place un projet (« Concept », <http://www.concept.ntnu.no>) destiné à thésauriser ces informations, sous forme d'une base de données.

D'autres pays ont adopté une démarche d'analyse des risques :

- la Grande-Bretagne a mis en place l'Agence Autoroutière de Management des Risques (Highway Agency Risk Management – HARM¹⁵) pour conduire les analyses d'opportunité de partenariat PPP. Elle modélise les incertitudes d'estimation des coûts et des délais pour assurer des estimations réalistes pour les projets à financement public. La logique est de maximiser la « *value for money* ». Le principe est que les risques soient transférés au secteur privé, dans la mesure où il est capable de les prendre en charge. La démarche repose sur l'idée que le transfert de responsabilité accroît la capacité d'innovation du secteur privé, supposé plus apte à gérer certains risques. L'Agence conduit une analyse de risques de chaque projet, pour chacune des phases (vraisemblance et estimation de l'impact financier), de manière à mieux préciser quelle part de risque elle peut demander que supporte le secteur privé. En outre, la culture de Risk Management imprègne très fortement les structures même de l'Agence et les méthodes de travail à tous les niveaux (<http://www.highways.gov.uk/aboutus/1496.aspx>).



- Aux Pays-Bas, le Ministère des transports, des travaux publics et des canaux a développé des outils similaires pour les projets publics et pour les partenariats public/privé.

Ces deux agences disposent de personnel pour aider les équipes de projet à identifier et quantifier les risques, à utiliser des techniques probabilistes, puis à **choisir les modes de contractualisation les plus adaptés**.

1.2.3. Des pratiques qui demeurent limitées

Si le domaine des projets de tunnels semble se distinguer par de nombreux aspects (et nous allons lui consacrer un paragraphe spécial), le management des risques de projets demeure encore exceptionnel dans le secteur de la construction.

¹⁴ Les auteurs citent le cas d'un tunnel conçu pour relier par la route une île peu peuplée au continent. Le projet a été un grand succès opérationnel (réussite technique), mais a eu des effets pervers (fermeture du bac, coût élevé du péage pour les habitants, impact sur l'économie locale où les résidences secondaires ont déséquilibré la situation, non rentabilité qui en fait supporter le coût par les impôts...). Le projet est donc un échec sur le plan stratégique.

¹⁵ <http://www.highways.gov.uk/roads/2986.aspx>

Le **MERP® (Mémoire d'évaluation des risques prévisibles)** est un système intégré de management des risques, mis en œuvre sur le Projet de TGV Est (*Balan et Guttières, 2000, MERP®, 2003*).¹⁶

Il repose sur un Plan de Management des Risques qui s'appuie sur une typologie des risques (nature, probabilité d'apparition, degré d'impact), pour mettre en place des procédures d'alerte et de contrôle, aux différents stades de développement du projet. Le domaine d'application de la méthode est les marchés publics de travaux en appel d'offres restreint, d'un montant supérieur à 15 M€ (marchés à risques importants, du type infrastructures de génie civil). L'objectif est de privilégier le mieux-disant en intégrant aux pièces du marché une analyse des risques prévisibles.

Suit la contractualisation, dans les marchés travaux, d'un **mémoire d'évaluation des risques prévisibles**, conçu par le maître d'œuvre, et qui est intégré au dossier de consultation des entreprises (voir aussi [Eskesen](#)). Le MERP® inclut une dimension probabiliste aux critères de choix. Chaque entreprise appréhende les risques susceptibles de survenir et les apprécie en valeur/probabilité.

Le MERP® est associé à une nomenclature des risques prévisibles du projet (établie par le maître d'œuvre) dans tous les domaines : conception, exécution, aspects techniques, délais, finances, qualité, environnement. Le maître d'œuvre propose sa propre évaluation des risques.

Le concept de MERP repose sur les étapes suivantes :

- la nomenclature des risques par le maître d'œuvre
- chaque risque R_i est quantifié en distribution d'amplitudes j – avec un coût C_{ij}
- la probabilité de survenue P_{ij}
- la mesure du risque $MERP = \sum P_{ij} C_{ij}$

L'entreprise peut amender les distributions de risques proposées par le MOE.

Le choix de l'entreprise mieux disante se fait sur la base DE + MERP, dans lequel l'entreprise définit les coûts de chaque risque dans son offre. Le marché est passé au prix DE, mais le MOA s'engage sur DE + MERP. Le MERP est un outil contractuel, dans lequel sont fixés dès le départ les prix des unités risquées.

Lors du déroulement du projet, les risques survenus sont réglés aux prix définis dans l'offre. Le maître d'ouvrage est informé en temps réel du risque de dépassement de l'enveloppe. Le MERP® permet aussi la gestion prévisionnelle du projet et de ses risques en phase d'exécution (gestion de l'imprévu et de ses impacts). Au contraire de la procédure CEVP® détaillée ci-dessus, la procédure MERP® n'explicite que la dimension des coûts. Par ailleurs, elle réduit l'estimation à une valeur unique, quand la procédure CEVP® considère une distribution statistique.

Même dans le cas des projets pour lesquels on met en œuvre une méthodologie et des outils pour maîtriser les risques, les procédures demeurent quasi exclusivement normatives. Depuis une quinzaine d'années, la communauté internationale de la recherche est très active dans le domaine. Elle développe des outils, approfondit des questionnements, en particulier sur la vision multi-acteurs et multi-critères des risques, que les procédures existantes ne prennent que très imparfaitement en compte.

1.2.4. Un bilan d'ensemble sur les pratiques de la maîtrise des risques de projet

La littérature ne manque pas d'exemples dans lesquels le management des risques de projet est défaillant, voire inexistant. (*Baloi, 2003*) souligne le décalage entre la recherche et les pratiques réelles : *"In fact, risk management is both an art and a science. However sophisticated the analytical tools are, they are only a complement to the process. Despite the large body of knowledge and continuous developments of the risk management discipline, it seems that practitioners have not fully appreciated its importance. Apart from the high-risk sectors such as oil exploration and petrochemical, there is a significant gap between the existing theory and practice of risk management in the construction industry."*

¹⁶ Cette méthode a été utilisée sur des projets d'infrastructures ferroviaires, mais très peu d'informations publiques sont accessibles sur la méthode.

(Chapman, 2001) dénonce le fait que les approches en RMP sont excessivement prescriptives, au détriment d'approches plus analytiques :

"The literature, in the main, implies that there has been a tendency for the approach to Project risk management (PRM), to be overly prescriptive and mechanistic. In addition to that there has been undue emphasis on the techniques of the process rather than focusing on the most crucial areas of the overall process, identification and assessment."

Les entreprises de construction peuvent mettre en pratique elles-mêmes les stratégies de management des risques, ou s'appuyer sur des compétences externes. Force est de constater qu'il s'agit en général de conduire le projet en maîtrisant les risques plutôt que de mettre en place un réel management par les risques, qui demeurent excessivement rare.

(Raftery, 1999) souligne que l'analyse de risque :

- n'est ni nécessaire ni suffisante pour le management de projet, son utilité dépend en premier lieu de la manière dont les décideurs la considèrent (il faut en particulier qu'ils montrent l'exemple par leur intérêt et leur implication, pour que l'ensemble des personnes concernées s'impliquent à leur tour),
- elle est d'autant plus utile qu'on dispose de peu d'informations, ou d'informations incertaines.

Le coût du management des risques ne saurait expliquer son utilisation limitée, puisqu'il est de l'ordre de 5 à 10 % du coût de management de projet (Del Cano, 2002). Mais un frein culturel peut exister dans les entreprises non familières, en particulier du fait que le « project manager » peut ne pas se sentir à l'aise du fait que le « risk manager » ne soit ni son supérieur, ni son subordonné sur le projet. En fait, les freins au développement du management des risques sont multiples et ils sont fréquemment analysés.

(Grasso, 2004) fait référence à une enquête ICE (Clayton, 2001) sur les techniques de gestion du risque dans la pratique, avec un faible taux de réponse des bureaux d'études et des entreprises et un faible taux de pratique des techniques d'analyse et de gestion du risque. (Kartam et al, 2001) soulignent que la pratique de la maîtrise des risques au Koweït demeure très limitée. L'utilisation des techniques d'analyse quantitative de risques n'est pas perçue comme une méthode efficace pour une meilleure estimation des délais, sans doute du fait d'une insuffisante connaissance des techniques et de la difficulté à estimer en pratique les distributions de probabilité.

Akintoye et McLeod¹⁷, 1997, cités par (Bayraktar, 2008), ont procédé à une enquête, pouvant expliquer, selon les entreprises et les project managers, **le manque de recours aux applications du risk management dans leurs entreprises :**

- Manque de familiarité avec les techniques de risk management
- Degré de sophistication des techniques inadapté aux projets
- Manque de temps et manque d'information
- Doutes sur l'applicabilité de ces techniques à l'industrie de la construction
- La plupart des projets sont trop réduits pour mériter l'utilisation de ces techniques ou des efforts de recherche dans le domaine
- L'analyse de risques est rarement demandée par le client, qui attendent que la pratique du management de projet exclut les risques
- L'analyse de risques n'est pas toujours viable commercialement sur les projets
- Le management des risques porte sur les personnes, pas sur les modèles scientifiques
- Ces techniques, pour être fiables, nécessitent des données pertinentes
- La plupart des risques sont de nature contractuelle ou relatifs à la construction, et largement subjectifs, et se prêtent plus à un traitement expert, reposant sur l'expérience tirée des projets passés
- Manque d'expertise dans les techniques
- Difficulté de percevoir les bénéfices

(Lyons, 2004) a procédé à une enquête auprès de professionnels australiens sur les pratiques du MR, en s'inspirant de travaux similaires, et a trouvé des résultats comparables pour la plupart des questions. Il

¹⁷ Akintoye, A.S., and Macleod, M.J., (1997), *Risk Analysis and Management in the Construction*, *International Journal of Project Management*, Vol. 15, No. 1, pp. 31-38.

s'agissait de faire un état de l'art sur les pratiques en termes de : familiarité de la question des individus et des sociétés, fréquence d'utilisation du MR, facteurs qui en limitent l'emploi, techniques de MR employées, usage au cours des différentes phases du projet, enregistrement et utilisation de données historiques. L'enquête porte sur un QCM avec une échelle de Likert (à 5 niveaux) et l'exploitation de 44 questionnaires (sur 200 envoyés). La familiarité des individus et des sociétés révèle un manque de familiarité général, la plupart des plus familiers ayant acquis leurs connaissances par le travail personnel et l'expérience de terrain. La fréquence d'utilisation du MR est faible à modérée. Le manque de temps et de disponibilité d'outils logiciels sont cités comme les principaux facteurs en limitant l'emploi. (Lyons, 2004) dénote une contradiction dans le fait que la pratique la plus répandue soit celle des équipes de projet, alors que les facteurs limitants invoqués sont : la difficulté à percevoir les bénéfices, le manque de ressources dédiées, le manque d'expertise et de familiarité avec les techniques, le manque de temps. Cela justifierait justement le recours à des spécialistes ! L'usage est plus fréquent pour l'identification et l'estimation, moins fréquent pour la maîtrise des risques et la documentation. Les outils les plus utilisés pour l'identification sont le brainstorming, l'étude de cas et les checklists. L'estimation repose sur l'expérience, l'intuition et le jugement. L'usage au cours des différentes phases du projet semble dépendre des acteurs (plutôt en phase de définition pour les maîtres d'ouvrage et en phase d'exécution pour les entreprises).

En France, on peut citer l'enquête de F. Taillandier (2009) **auprès de gestionnaires de patrimoine** sur leurs outils et méthodes faisant appel aux risques (450 questionnaires envoyés et 56 réponses). Moins d'un quart des répondants utilisent des méthodes d'analyse des risques, moins de 10 % a recours à des outils logiciels. Plus de 65 % des personnes interrogées considèrent que la gestion des risques est perfectible dans leur entreprise, en premier lieu en améliorant les méthodes (formalisation), l'analyse et le suivi.

Nécessaire mais pas suffisante ?

(Klemetti, 2006) (p.32) souligne l'insuffisance du management des risques par l'expérience seule : *"Apart from contracts, studies show that construction risks are mainly handled with experience, assumption and human judgment. Since risks are highly situation-specific, expert judgment provides sufficient means of risk management. Problems occur when this expert knowledge isn't documented (which is common in the construction industry) and knowledge is not transferable. Other risks relate to possibly biased decision making, when personal background and assumptions inevitably reflect on the person's evaluation."*

Souvent, le management du risque dans la construction est limité à la phase d'identification, aux événements qui peuvent être connus à l'avance, mais dont l'intensité n'est pas quantifiée. Les plus grands obstacles pour le MR sont l'évaluation de son efficience, le MR étant seulement perçu comme un consommateur de ressources, dont les bénéfices financiers sont difficiles à mesurer [...] Il n'y a pas assez de personnel capable de conduire le process et le MR reste l'affaire de quelques spécialistes. Le manque d'un modèle d'analyse des risques communément accepté par l'industrie oblige chaque société à développer et à tester son propre modèle.

On peut donc conclure que la profession ne s'est pas dotée d'un cadre référentiel collectivement accepté, qui lui permette de conduire efficacement cette gestion du projet par les risques.

1.3. Les pratiques du retour d'expérience

Le retour d'expérience (Rex) est sans doute l'une des pratiques les plus anciennes de l'industrie pour servir au traitement des risques. Pourtant, Bourdeaux and Gilbert (1999) expliquent que *« si la notion de retour d'expérience est effectivement devenue une notion commune, elle ne constitue pas pour autant un objet commun, faisant l'objet d'une large appropriation par les acteurs qui, à un titre ou à un autre, sont concernés par ce dernier »*. Notamment, en termes de Rex industriel, il n'y encore aujourd'hui aucune normalisation de la définition de ce qu'est ou doit être le Rex.

Il semble, que ce soit dans le monde du nucléaire que le Rex soit apparu comme pratique formalisée suite à l'incident de Three Miles Island, le 28 mars 1979. Par la suite, la notion s'est très vite diffusée à nombre de domaines (transport, chimie, industrie lourde) car elle a permis de valoriser comme « bonne pratique » et

forger comme une unité un ensemble de pratiques préexistantes au sein desquelles l'idée d'apprentissage collectif autour de l'expérience est centrale. Mortureux (2001) dresse le bilan que « *nombreuses sont les organisations qui [...] sont parties « la fleur au fusil » dans de coûteuses organisations de remplissage de bases de données ; qui, en définitive, n'ont guère contribué au progrès de l'organisation en question* ». Les entreprises se sont souvent « *jetées à l'eau* », en conscience des limites des systèmes qu'elles mettaient en place, mais avec l'espoir de les améliorer au fil de l'eau.

Ainsi, les définitions du Rex sont multiples. Elle permette de construire un cadre. De manière synthétique, le Rex :

- Il se présente à la fois comme une démarche qui s'inscrit dans une problématique d'amélioration de la sécurité par une meilleure connaissance du réel à titre individuel et/ou collectif.
- Il peut être constitué de plusieurs étapes : recueil, traitement, analyse, diffusion, mémorisation. L'analyse de risques peut être déclenchée par une recherche de cause ou une réflexion sur un écart.
- Un des objets privilégié semble être un dysfonctionnement ou un écart, mais ne s'y réduit pas forcément.
- On travaille sur le réel dans la mesure où on travaille sur des événements qui sont passés et qui se sont passés.
- Consistant à analyser dans le détail les anomalies ou les incidents, il vise à détecter toute insuffisance ou imperfection ayant conduit à cet événement et à mettre en place les solutions efficaces pour y remédier.

On extrait le tableau suivant de divers travaux menés au GRID sur ce sujet. Il montre l'hétérogénéité de la notion vue à travers les pratiques d'entreprises.

L'objet du REX	L'objectif du REX (dont dépend le traitement)	Le mode de recueil des données du REX	Les méthodes d'analyse des données recueillies lors du REX	Les modes de mémorisation	Les modes/ de partages des connaissances construites
REX sur tout événement ayant une incidence sur la sécurité (REX systématique)	REX pour déterminer des mesures correctives	Données recueillies dans une base de données	Données de REX exploitées statistiques	Support informatique	Retour par la formation
	REX pour déterminer des mesures préventives	Données recueillies par interview	Analyse sociologique	Support papier	Retour par l'écriture de fiches REX
				...	
REX sur un événement sécurité donné (approfondi)	REX pour vérifier le bon fonctionnement	Données recueillies par interview	Analyse ergonomique		Retour par la mise en place d'une mesure corrective
		Données obtenues par lecture de rapport
REX sur un exercice de simulation	REX pour identifier des points de faiblesses			
REX sur le suivi d'une modification					
REX sur un système ferroviaire					

On voit que la pratique est encore balbutiante, Plusieurs entreprises interrogées dans le secteur du génie civil, maîtres d'œuvre compris, ne fonctionnent qu'avec la mémoire de leurs cadres et employés.

Le modèle classique du Rex présenté par (Gilbert 2000) tend à évoluer par l'intégration des politiques Facteurs Organisationnels et Humains (FOH), par des réflexions transversales quant à l'intégration dans les S.M.R.S des pratiques de Rex et sur la capacité à améliorer les retours effectifs, en particulier vers les opérationnels.

Pour les raisons mentionnées plus haut, l'intégration de données subjectives dans le Rex est devenue d'actualité (Tea, 2009). Laissons la parole à celle-ci pour conclure sur l'évolution nécessaire :

« Dans les systèmes de plus en plus complexes à piloter, la connaissance sur les risques est de plus en plus transversale (multi métier, suivant plusieurs enjeux...). Personne ne peut avoir une connaissance exhaustive des systèmes complexes qui sont à piloter : il faut créer de véritables facilitateurs pour faire émerger la connaissance sur les risques. Ceci renvoie ainsi à l'idée d'une expertise en analyse de risques fondée sur la capacité à exploiter au mieux l'expérience des agents expérimentés. Cet analyste de risque pense dès lors l'analyse de risque selon les termes que nous présentions dans la section 3.2, à savoir : l'analyse de risque comme une synthèse d'un état de connaissances ».

Deux écueils semblent à éviter pour l'entreprise novice dans ce domaine :

- « l'exhaustivité des connaissances *ex ante* sur le système est possible » : nous nous sommes attachés à pointer la complexité inhérente aux systèmes industriels complexes et la possibilité de les gérer en dépit d'une connaissance incomplète.
- « le seul partage des connaissances en tant que condition suffisante au partage des représentations qui mène à une cohérence des actions ».

A ces deux points de vue, les industries de la construction ont un besoin de perfectionnement. Le REX est en effet un exercice indispensable de mémoire en vue de tout apprentissage de l'organisation, qu'il s'agisse d'une entreprise, d'une agence publique ou d'une administration. Mais, au-delà de ce consensus général, les pratiques du REX soulèvent nombre de questions : le format plus ou moins précis - ou plutôt vague - de l'information recueillie, avec la marge d'interprétation que cela implique, à l'entrée comme à la sortie du système, la validation parfois difficile de ces informations, les jeux de réseau ou de pouvoir dans l'organisation qui conditionnent aussi bien l'entrée de telles informations et l'usage en sortie de celles qui sont disponibles, etc., produisent un fonctionnement complexe. L'apprentissage par l'organisation des pratiques qui lui réussiraient le mieux n'est ainsi pas garanti par les diverses modalités 'internes' de REX, pas davantage que les modalités 'externes' ne garantissent l'apprentissage de 'meilleures pratiques'. Notons d'ailleurs en passant que ces dernières n'ont pas toujours de sens général pour l'ensemble des entreprises et que la notion elle-même est contestable ou au moins sujette à un examen critique.

On se bornera ici à un commentaire partiel de ce que les conférences et communications de ces Entretiens du risque 2007 ont apporté. Le format des informations du REX est en effet la plupart du temps celui de faits repérables par de multiples dimensions. Dans le meilleur des cas, chacune de ces dimensions a fait l'objet d'une quantification. Comment l'esprit humain, sollicité individuellement ou à l'occasion de réunions diverses, peut-il *directement* faire sens de telles informations ? Dès lors qu'il s'agit de vulnérabilités sur des dimensions diverses, une procédure d'aide au classement, si possible au repérage quantitatif global, de ces divers faits passés est bien nécessaire. Autrement dit, on retrouve, en matière de système d'information la constatation que l'on doit s'appliquer autant, en matière de gestion de l'organisation, à la *qualité du traitement* par les acteurs – individuels et collectifs – des données physiquement mesurables qu'à la *qualité des mesures* elles-mêmes.

On passe pourtant couramment aujourd'hui des sorties « brutes » du retour d'expérience aux décisions à prendre en utilisant l'image commode des « bonnes pratiques ». Cette image est, on l'a dit plus haut, sujette à examen attentif, mais on voit qu'elle sert aussi de dissimulation inavouée de notre ignorance, parfois peut-être de désinvolture condescendante pour ce qui n'est pas physique ou « dur ». Nous revenons aux questions *de mise en pratique significative* soulevées à d'autres égards par la section précédente : la part du subjectif ne doit pas être occultée.

2. Un exemple particulier : les risques de projets de tunnels urbains

2.1. Un contexte de risques non maîtrisés

Les projets de tunnels se distinguent par plusieurs facteurs de risque particuliers : fortes incertitudes (sur les sols et les écoulements souterrains), possibilités d'accidents spectaculaires, risques de dégâts pour les tierces-parties, risques de mobilisation du public contre le projet. Cette dimension très forte des tierces-parties est assez spécifique. De nombreux accidents spectaculaires se sont produits ces quinze dernières années dans le secteur des travaux de tunnels urbains, avec de très lourdes conséquences économiques (surcoûts des chantiers, retards dans la livraison des ouvrages, indemnités à verser...). Les sols urbains induisent des facteurs supplémentaires d'aléa et de vulnérabilité, ainsi que des contraintes sur les techniques. Les tunnels creusés selon la technique NATM (*New austrian tunnelling method*) en sols mous témoignent de processus de défaillance spécifiques, dont la première cause est la rencontre de conditions de sol non prédites.

Malgré l'accroissement du nombre de chantiers de tunnels urbains en sol difficile et du nombre d'« *emergency events* » (plus de 100 en 25 ans), il n'existe pas de base de données mondiale pour quantifier les risques (*Lance, 2006*).

Les coûts induits par les sinistres sont très élevés car les techniques de reconstruction sont complexes (congélation de sol par exemple) et que le bâti avoisinant, peut être affecté par les sinistres. Des impacts aux tierces-parties existent sur les plans physique, économique et sociétal. Le risque physique est pris en charge par les règlements de santé-sécurité, le risque économique au travers des arrangements contractuels entre le client, le constructeur et l'assureur. Le risque sociétal est plus difficile à appréhender.

Le contexte technico-économique favorise la sinistralité sur ce type de projets et pèse sur les assureurs. De nombreux éléments contribuent à une pression accrue sur les assureurs :

- le risque géologique, progressivement transféré depuis le maître d'ouvrage jusqu'au maître d'œuvre, puis à l'assureur et au réassureur,
- la pression des décideurs politiques qui veulent imposer des tracés dans des zones qui ne sont pas favorables techniquement et le fait que les maîtres d'ouvrages souhaitent réduire les coûts (l'attrait pour les entreprises moins disantes ne se démentit pas et est une cause de sinistralité),
- l'optimisme affiché lors des études préliminaires, qui incite à une présentation positive des projets vis à vis des politiques et de l'opinion, quoique ne s'appuyant que sur des campagnes de reconnaissance très approximatives,
- les évolutions techniques qui se sont accélérées et s'écartent des enseignements de l'expérience passée, ce qui en rend le suivi plus difficile et aléatoire,
- le développement d'une mentalité de recours, qui rend plus courante la demande d'indemnisation.

Il en résulte que pour un euro de prime perçue sur les contrats d'assurance des tunnels urbains, le réassureur était amené à verser en moyenne 5 euros d'indemnité ! Face à cette situation, de nombreux assureurs se sont retirés de ce segment du marché. La société suisse de réassurance Swiss-Re a engagé une réflexion collective visant à réduire la sinistralité, par une meilleure gestion des risques par l'ensemble des acteurs concernés. Cette réflexion a débouché sur la mise en place d'une méthode de « Maîtrise du Risque de Projet », qui doit s'imposer à tous les acteurs du projet : donneur d'ordre, maîtrise d'œuvre, bureaux d'études...

2.2. La réponse des experts de la profession

(*Rozek, 2009*) passe en revue l'évolution des pratiques en management des risques : pendant de longues années, l'information sur le sous-sol recueillies dans les phases de reconnaissance était mise à disposition lors de l'appel d'offres mais les documents déclinaient toute responsabilité du client liée aux risques dans l'interprétation des données. Les soumissionnaires n'avaient pas les moyens d'investigations supplémentaires et avaient souvent une interprétation optimiste des données, ce qui conduisait à de fréquents problèmes. Les maîtres d'ouvrages ont finalement reconnu nécessaire de présenter une « interprétation du maître d'ouvrage » des conditions du sous-sol, et de l'inclure dans les documents contractuels.

Aux USA, le Comité Technique de l'UTRC (Underground technology research council/ ASCE)¹⁸ a édité le « *Geotechnical Baseline Report for Construction (Suggested Guidelines)* ». Ces recommandations sont généralement suivies, avec des variantes selon le type de projet, les demandes contractuelles du client et une diversité en fonction des Etats.

L'application en routine des principes de maîtrise des risques est relativement neuve (Parker et Reilly, 2009). Les maîtres d'ouvrage ont mis beaucoup de temps à accepter de ne pas transférer tous les risques au constructeur. Einstein (1992) a développé dans les années 1990 le DAT (Decision Aids for Tunneling) concept, connu en Suisse sous le nom de ADCT (Aide à la décision pour la construction de tunnels).

L'ITA (Int. Tunneling and Underground Space Ass.) a joué un rôle clé pour développer le MR, d'abord en mettant en place un WG (WG3) sur les pratiques contractuelles, qui établit 25 recommandations, puis le **WG 2** (sur la recherche), qui a établi des *Guidelines for Risk Management of Underground Works* (Eskesen et Tengborg, 2004, Eskesen et Leca, 2006).

Le but de ce guide est :

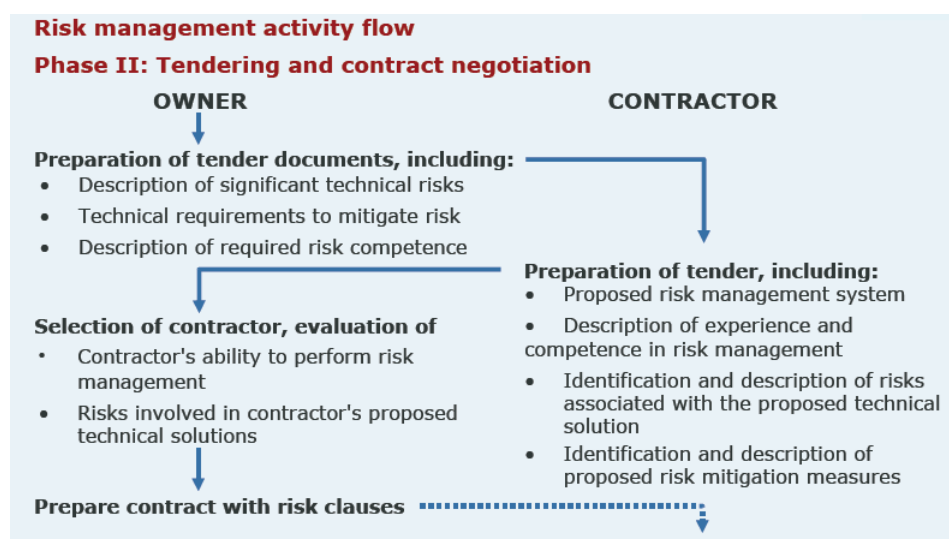
- de fournir une guide aux concepteurs pour préparer une évaluation globale des risques tunnels,
- d'indiquer aux maîtres d'ouvrages ce qu'est la pratique acceptée industrielle pour l'analyse de risques dans la construction.

Il n'inclut pas les recommandations pour la gestion des risques propres à l'entreprise.

Dans un premier temps, on détaille comment s'organisent les tâches et les flux d'informations relatives aux risques au cours des différentes phases du projet.

Dans un second temps, on détaille comment la stratégie peut être mise en œuvre et comment les évaluations (assessment) peuvent être conduites. On propose une classification des aléas, recense les conséquences qui peuvent être étudiées (à titre d'exemple : santé et sécurité des travailleurs / des tierces parties, perturbations sur les infrastructures, sur l'environnement, délais, coûts) et expose les méthodes utilisables :

- pour l'évaluation qualitative (identification des risques et documentation (conséquences, fréquence...), mesures de réduction, documentation – registre des risques). Donne quelques idées d'échelles 1/5 pour les fréquences ou les classes de conséquences, puis des exemples de matrices de risque ;
- pour l'évaluation quantitative pour les risques sélectionnés (précise que les conséquences coûts et délais s'y prêtent le mieux, que cela peut être fait pour les autres conséquences).



A la même période, l'industrie des assurances souffrant de pertes inacceptables dans les travaux souterrains, a souhaité apporter sa réponse. L'Association des Assureurs Britanniques (ABI) avec la British Tunneling Society

¹⁸ Ce texte améliore les documents précédents qui visaient déjà à réduire les conflits, comme, dès 1975, le *Geotechnical Design Summary Report*.

(BTS) a rédigé un Joint Code for Risk Management of Tunnel Works in the UK (2003). En 2004, l'ITA a été approchée par **ITIG** pour étendre le Joint Code à l'échelle internationale (publié en 2006).

L'**ITIG** (International Tunneling Insurance Group) a rédigé un ensemble de recommandations, avec les objectifs de promouvoir et d'assurer de meilleures pratiques pour minimiser et maîtriser les risques associés à la conception et la réalisation de travaux souterrains. L'utilisation du code est recommandée par les Assureurs pour les projets de tunnels urbains dépassant 2 millions de dollars. Le « code » indique comment identifier les risques, les allouer aux parties, maîtriser et contrôler les risques au moyen de l'Évaluation des risques et de Registres de Risques.

Ce texte constitue un code d'application volontaire, recommandé par les Assureurs pour les projets dépassant 2 millions de dollars. Il s'agit d'une approche prescriptive, qui établit les étapes à suivre, qui indique les informations à produire et leur forme, qui est responsable de chaque étape... Il concerne toutes les phases du projet depuis son développement jusqu'à la construction et à la maintenance. Il tient aussi compte des « tierces parties », en y incluant les autres infrastructures.

Le respect du code doit minimiser les risques de pertes physiques, de dommages et les délais associés. Le risque est défini comme « *a function of the consequence/severity of a hazard and the likelihood of its occurrence* ». Les aléas doivent être identifiés et les risques réduits conformément à la procédure ALARP. Les recommandations couvrent les 4 phases du projet : développement, appel d'offres, conception et construction. Au cours de chaque phase, le travail débouche sur des livrables, au centre desquels se trouve le Registre des Risques, qui est un document « vivant » et évolutif, qui assure la traçabilité et prouve qu'on se conforme au Code.

Le client est pleinement responsable de l'information qu'il fournit lors de l'appel d'offres. Il doit avoir les compétences en maîtrise des risques ou se faire assister d'une personne compétente. Parmi les points essentiels évoqués, on citera :

- en phase de développement : études de site et de sol, évaluation des options de projet (vis-à-vis des aléas),
- en phase d'appel d'offres : préparation des documents (devant fournir les conditions de référence sur le sol – c'est sur la base de cette référence que les conditions réellement rencontrées seront jugées), critères de qualification des soumissionnaires,
- en phase de conception : transfert d'informations entre concepteurs (responsabilité du client), processus de conception (avec éléments minimaux d'information fournis par le concepteur, contenant une évaluation des risques et la prise en compte des incertitudes, vérification de la conception (d'ampleur appropriée à la complexité et au risque), les aspects liés à la constructibilité (intégration précoce si besoin des contraintes liées à la méthode observationnelle),
- en phase de travaux : activités préalables (RMP), organisation des équipes, agrément des méthodes et matériels, management des modifications

Retombées du travail.

Gusztav (2009) fait une sorte de bilan des travaux collectifs engagés pour passer des recommandations (ITIG) à des outils concrets, plus opérationnels. Il semble s'appuyer sur des concepts développés par le WG3 de l'AITES. Des workshops ont été organisés à partir de cas réels de travaux souterrains, pour alimenter une **base de données** avec les paramètres appropriés (les résultats diffèrent d'un workshop à l'autre, selon la nature et les préoccupations des participants – et l'intensité du dialogue).

Le document n'est pas assez détaillé mais semble illustrer une décomposition en RBS/WBS sous forme de tableaux dans lesquels :

- les lignes correspondent au phasage temporel du projet, décomposé en étapes (acquisition des terrains, conception, contractualisation, construction, inspection et essais, « commissioning », opérations, maintenance, R&D), pour chacune desquelles on liste des facteurs de risque ;
- les colonnes servent à organiser ces facteurs de risque en familles d'origine (organisation, ressources, changement, documentation, communication...) et en conséquences (qualité, coût, productivité).

Comme propositions pour maîtriser les risques, sur la base du découpage du document ITIG (en clauses), on inventorie les livrables, leur objectif / utilité et leurs limites.

Par exemple :

Clause 9.3.1. Registre des risques de projet en phase de construction

- rédigé par le constructeur
- pour confirmer les responsables des risques, les actions et mesures pour maîtriser les risques. Il inclut les risques induits par la construction et ceux qui proviennent du registre des risques du client.
- commentaires : outil très utile si actualisé. Il constitue une checklist, à intégrer dans le plan de management du projet.

L'Association internationale des travaux en souterrain (AITES) a aussi mis en place un groupe de travail entre 1999 et 2003, qui a produit des recommandations (Eskesen et al, 2004). L'objectif du document est :

- de faire connaître aux clients ce que sont les « meilleures pratiques » de l'industrie,
- de fournir le cadre de recommandations pour les concepteurs, pour la préparation et la mise en place d'un système de management des risques.

Le management des risques peut être utilisé dans les trois phases du projet : phase précoce de conception, phase d'appel d'offres (*tendering*) et de négociation de contrat, phase de construction.

Dans la première phase, la responsabilité des risques revient au seul client, dans la deuxième, l'entreprise peut être impliquée, mais le client demeure responsable, dans la troisième, l'entreprise doit porter le risque (le client continue à superviser et à prendre en charge les risques non couverts par l'entreprise).

La démarche de maîtrise des risques doit reposer sur un travail en partenariat, encourageant la bonne communication entre les parties, maximisant les profits pour l'entreprise et minimisant les risques pour le client. C'est une équipe conjointe de management des risques qui doit prendre en charge la troisième phase.

L'accent est mis sur la phase d'appel d'offres et de contractualisation :

- pendant la préparation de l'appel d'offres, il faut préciser les responsabilités sur les risques techniques, définir ce qui sera exigé dans les offres en termes de maîtrise des risques...
- rédiger l'appel d'offres en précisant les attentes dans les réponses : **description des risques les plus importants perçus par le répondant, et de la manière dont il compte définir et mesurer sa capacité à les maîtriser.** Le dossier d'appel d'offres doit aussi spécifier que le contractant doit mettre en œuvre sa stratégie de maîtrise des risques de manière compatible avec celle imposée par le client. Il est recommandé de préciser qu'une équipe commune sera constituée pour le management des risques pendant la construction.
- sélection des offres : pour chaque risque identifié, il faut pouvoir comparer les offres et mettre en relief les différences. **Le client peut comparer les offres sur la base des prix, mais aussi des risques** (évalués avec les grilles prédéfinies par le client), en traduisant les surcoûts ou les délais sur une échelle monétaire,
- après le choix du contractant, la négociation doit conduire à une description précise du système de management des risques qui sera mis en place (par exemple en combinant les intentions du client et les propositions du constructeur).

Les guidelines décrivent aussi les étapes et les outils :

- l'identification, repose sur une description dans 10 groupes :
 - aléas généraux** : conflits contractuels, insolvabilité et problèmes institutionnels, interférence des autorités, interférence tierces-parties, conflits du travail,
 - aléas spécifiques** : accidents, conditions imprévues, conception/spécifications/programme inadéquat, défaillance d'équipement, travaux de qualité insuffisante.
- la classification (échelles à 5 niveaux) des fréquences, des conséquences (blessures au personnel, blessures à des tierces parties, dommages matériels à des tierces parties, dégâts environnementaux, retards, perte financière pour le client, perte d'image publique),

- des méthodes pour la classification et l'acceptabilité des risques (les recommandations restent générales et ne disent rien de la combinaison/pondération des différentes conséquences),
- les outils d'analyse quantitative
- des outils plus détaillés d'analyse des risques.

Plusieurs publications récentes ont accompagné la rédaction des documents de l'AITES et de l'ITIG (2006). Ainsi, l'AFTES (2007) a produit un travail collectif, sur la base d'une expertise des pratiques et des besoins. Il a analysé les conséquences des comportements et des pratiques contractuelles sur la plus ou moins efficace maîtrise des coûts (et partant des risques) et fait un certain nombre de propositions, en particulier dans le domaine des relations contractuelles. Le texte détaille le rôle, le comportement et les attentes de chacun. Il montre comment les relations actuelles sont potentiellement génératrices de coûts et de risques mal maîtrisés.

L'AFTES procède à une synthèse critique (p. 135) des pratiques actuelles (après enquête auprès des maîtres d'ouvrage, détaillée en Annexe 2) :

- peu de recours à l'assistance spécialisée à la maîtrise d'ouvrage,
- délais trop courts pour la remise des offres,
- notice technique de l'entreprise devrait être obligatoire,
- mémoire de synthèse géologique devrait être contractuel (tendance des maîtres d'ouvrage à laisser le maximum de risques à l'entreprise). Le traitement des opportunités ou des gains devrait aussi être défini dans le contrat (partage éventuel entre les parties).

Il détaille la part prise par chaque acteur dans cette situation :

p. 136. Maître d'ouvrage : Au-delà des risques techniques, sont mal pris en compte par le maître d'ouvrage : la contrainte sociale et l'environnement du projet, les risques contractuels liés aux marchés comprenant des aléas d'exécution forts, les conséquences des sujétions imprévues liées au sous-sol, dont la charge lui appartient. Devant le foisonnement des risques, beaucoup de directions d'opération ont la tentation de se réfugier dans un « wait and see » peu propice à la maîtrise des coûts.

p. 136. Maître d'œuvre. La loi MOP est mal adaptée aux travaux souterrains. La compétence technique du maître d'œuvre n'est pas assez prise en compte dans les critères. La profession souffre de la faible capitalisation des données issues d'autres opérations, qui faciliterait la maîtrise des coûts.

p. 137. Entreprise. La manière dont l'appel d'offres se passe est propice à la multiplication des litiges et des dérives. Le texte détaille les comportements possibles selon la manière dont les marchés sont passés (délais d'études, critères de sélection, contenu du dossier de conception...).

Plus largement : « *le manque de confiance des uns envers les autres fait dériver une part importante des énergies et des compétences aux aspects procéduraux sur le mode des relations conflictuelles, au détriment des aspects techniques : tous souhaitent un rééquilibrage* ».

La gestion des risques doit permettre de :

- resserrer la fourchette de l'incertitude au fur et à mesure du déroulement de l'opération,
- attirer l'attention du maître d'ouvrage sur la nature et l'importance des risques qui ne seraient pas pris en compte dans la fourchette de l'incertitude.

Le travail de l'AFTES s'appuie aussi sur le retour d'expérience d'exemples français et étrangers qui ont paru significatifs (Eole, démarche MERP®).

2.3. Des positions et des actions en pointe

Mais les approches prescriptives et les recommandations ne sauraient suffire. (Lance, 2006) a analysé le rôle des facteurs humains, en particulier :

- la diversité des intervenants sur un même projet, dont les activités peuvent interférer,
- la nature parfois « *adversarial* » (contradictoire) des arrangements contractuels entre les parties,
- la pression de la productivité et de la réduction des coûts qui peut faire négliger la sécurité,
- le manque de communication effective et de coordination,
- la compartimentation excessive des fonctions dans le projet.

Des systèmes de management des risques individuels qui ont été employés sur des projets ont été recensés et peuvent servir d'exemples de référence. (Lance, 2006) souligne les éléments communs à une culture positive de la sécurité qui doit être intégrée tout au long du projet :

- l'implication du sommet de la hiérarchie, donnant la priorité à la sécurité, en allouant les ressources nécessaires, et en précisant les responsabilités,
- la démonstration au quotidien de cette implication et la mise à disposition des ressources lorsque nécessaire (y compris pour la formation),
- une communication effective entre organisations, incluant un dialogue continu sur la sécurité et les risques,
- un soutien aux idées, innovations et aux bonnes performances,
- l'assurance que les postes de management sont occupés par des personnes qualifiées, compétentes et pouvant assumer le leadership,
- une surveillance appropriée et les accords pour le changement.

Six facteurs ont une influence majeure sur la sécurité globale et méritent une attention particulière :

- le management du projet (nécessité de considérer le risque global de projet dès l'amont, équipes de management intégrées),
- les arrangements organisationnels et contractuels (ne pas oublier les tierces-parties),
- les systèmes d'ingénierie (choix des techniques adaptées de creusement, de stabilisation, de surveillance, d'étanchéité, phasage...),
- les systèmes de santé-sécurité (rapide analyse de tous les incidents et des « near misses », large diffusion des résultats...),
- les facteurs humains,
- la disponibilité et le recours aux actions correctives, qui doivent aussi faire part des arrangements contractuels.

Du fait de la diversité des projets souterrains, on n'est pas dans une situation où « *one standard system fits all* ». C'est en combinant ce type d'approche et les informations disponibles par ailleurs (information publiée, recommandations prescriptives) que l'on fournira un cadre qui conduira à un système satisfaisant de management de la sécurité.

(Rozek, 2009) montre l'intérêt d'une démarche collaborative client-entreprise, facilitée par le Geotechnical Interpretive Report. Il détaille comment, après l'effondrement du Nicoll Highway, les pratiques de management des risques à Singapour ont évolué. Ainsi, sur le Projet Deep Tunnel Sewerage System (DTSS), le tunnel Nord a donné lieu à 6 contrats conception-construction. Un *Geotechnical Data Report* (GDR) a été fourni à chaque soumissionnaire, présentant toutes les données factuelles. Il était demandé aux soumissionnaires de fournir un *Preliminary Geotechnical Interpretive Report* (PGIR). L'évaluation des réponses reposait sur le mieux disant, incluant la maîtrise des risques identifiés et perçus (dans 4 des 6 contrats, le mieux disant (*best value*) n'était pas le moins disant). Il était ensuite demandé aux entreprises retenues de procéder à des essais complémentaires et de fournir un *Final Geotechnical Interpretive Report* (FGIR). Cette étape a permis d'identifier des risques complémentaires et d'ajuster le montant des contrats. L'entreprise se voit alors chargée de la responsabilité du contrôle des risques.

(Grasso, 2004) a publié un article dans lequel il vante les mérites du système DAT (*decision aids for tunneling*), développé par le MIT, est le plus utilisé. Cette méthode, développée à l'origine par le Pr. H.H. Einstein au MIT, a été mise en œuvre à l'EPFL (Dudt, 1996), pour les tunnels de Lotschberg et du Saint-Gothard (sous le nom de ADCT).

La méthode permet d'illustrer les effets de la géologie et de la méthode choisie sur la distribution statistique des délais et des coûts, à partir d'une description probabiliste des profils géologiques le long du tracé. Il permet de :

- définir le degré de précision des campagnes d'auscultation pour respecter un certain niveau de tolérance,
- choisir les alternatives de projet,
- choisir les techniques les plus appropriées et de préciser les contre-mesures adaptées.

Elle repose sur une description probabiliste des variables d'entrée :

- Module géologie : données : longueur des zones (lithologie, venues d'eau), la transition entre les zones étant régie par un processus de Markov → classes de terrain + superposition accidents géologiques
- Module construction : selon la classe de terrain, probabilité de chaque méthode de construction (profils types) avec ses caractéristiques probabilisées (volumes, vitesse d'avancement, coûts...).

Deux exemples sont présentés (le tunnel de base Lyon-Turin et le métro de Porto) dans lequel le RMP a été mis en oeuvre. Dans le second cas, (*Grasso, 2004*) montre par exemple :

- que le RMP a permis de comparer différentes variantes de solutions techniques,
- qu'il a montré que travailler avec le tunnelier en chambre ouvert pour « gagner de la productivité » quand c'est possible est finalement contre-productif,
- comment est établie la procédure de contrôle des paramètres clés et la gestion dynamique des écarts à la normale.

Les recommandations de l'AITES ont été mises en œuvre sur le projet de métro de Copenhague (*Eskesen et al, 2004*). Les offres étaient comparées sur la base du prix brut, mais aussi du « *upgraded cost* », calculé en ajoutant le coût des risques évalués. Le contrat précisait que le constructeur était responsable des dommages aux tierces parties (endommagement du bâti). Une investigation de l'ensemble des bâtiments du périmètre a fourni une base de données initiale (dommages existants). Le constructeur devait estimer les tassements provoqués et leurs conséquences sur le bâti. Il devait concevoir le système de surveillance et d'alerte. Le rabattement de la nappe était proscrit. Aucun problème sérieux n'est survenu durant le projet, mais il n'a cependant respecté ni les délais, ni le coût, du fait d'un gros retard au démarrage pour mettre en place une organisation pertinente de l'opération conduite dans un cadre conception/construction.

Références bibliographiques

- (AFTES 2007) AFTES, Comment maîtriser les coûts de son projet, Recommandations de l'AFTES GT25R2F1, revue Tunnels et ouvrages souterrains, 201, mai-juin 2007
- (Assaf, 2006) Assaf Sadi A., Al-Hejji Sadiq, Causes of delay in large construction projects, Int. J. of Project Management, 24, 349-357, 2006
- (Balan et Guttières, 2000) Balan A., Guttières L., Risque et maîtrise d'œuvre : un nouveau concept, Coll. Risque et Génie Civil, UNESCO, 8-9 novembre 2000.
- (Baloi et Price, 2003) Baloi D., Price A.D.F., Modelling global risk factors affecting construction cost performance, Int. J. of Project Management, 21, 261-269, 2003.
- (Bayraktar, 2008) Bayraktar M.E., Risk Management, BCN 6775 : decision and risk management in construction, Cours de l'Université de Floride, 2008
- Booen Peter L., The four FIDIC 1999 contract conditions : their principles, scope and details, 2001, http://www1.fidic.org/resources/contracts/booen_j.asp.
- (Bourdeau et al, 2003) Bourdeau S., Barki H., Rivard S., Evaluation du risque en gestion de projets, Série scientifique, CIRANO, Montréal, août 2003
- (Bourdichon, 2001) Bourdichon P., Management des risques projet : intégrer le management des risques dans le management de projet, Curitiba 2001
- (Bruzelius et al, 2002) Bruzelius N., Flyvbjerg B., Rothengatter W., Big decisions, big risks. Improving accountability in mega projects, Transport Policy, 9, 143-154, 2002.
- (Chapman, 2001) Chapman R.J., The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management, Int. J. of Project Management, 19, 147-160, 2001
- (Del Cano, 2002) Del Cano A., Pilar de la Cruz M., Integrated methodology for project risk management, J. of Construction Engineering and Management, ASCE, 11-12/2002, 473-485, 2002.
- (Dudt, 1996) Dudt J.P., Aides à la décision pour la construction de tunnels (ADCT), EPFL, 1996

- (Eskesen et Tengborg, 2004) Eskesen S.D., Tengborg P., Kampmann J., Veicherts T.H., Guidelines for tunneling risk management : International Tunneling Association, Working Group No 2, Tunneling and Underground Space Technology, 19, 217-237, 2004.
- (Eskesen et Leca, 2006) Eskesen S.D., Leca E., ITA WG2 – Guidelines for tunnelling risk assessment, ITA-AITES conf. Séoul, 4-2006.
- (FHWA 2008) FHWA, Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management, http://international.fhwa.dot.gov/riskassess/risk_hcm06_01.cfm, 2008
- (Flyvbjerg et al 2002) Flyvbjerg B., Holm M.S., Buhl S., Underestimating costs in public works projects. Error or lie?, APA Journal, été 2002, vol. 68, n. 3
- (Gabel, 2006) Gabel M., The WSDOT Cost Estimate Validation Process®, Risk based estimating at WSDOT, CRA and CEVP®, TRB Conference, 24 jan. 2006.
- (Gabel et Reilly, 2006) Gabel M., Reilly J.J., Lifting the veil, <http://www.roadsbridges.com/Lifting-the-Veil-article7052>, Roads and bridges, juin 2006, Vol 44, n. 6.
- (Grasso, 2004) Grasso P., Chiriotti E., Xu S., La maîtrise des risques : une approche indispensable dans le développement des études de tunnels en terrains difficiles, Revue Française de géotechnique, n° 109, 3-21, 2004.
- (Gusztav 2009) Gusztav K., Smith M., Major issues in the construction of large underground works - an international perspective, World tunneling conference, Budapest, 2009
- (Ika, 2007) Ika Lavagnon A., La recherche sur le succès des projets: approche universelle ou contingente ?, XVIème conf. int. de Management stratégique, Montréal, 6-9 juin 2007
- (ITIG 2006) ITIG (International Tunneling Insurance Group), A code of practice for risk management of tunnel works, 30 jan. 2006.
- (Kartam et al, 2001) Kartam N.A., Kartam S.A., Risk and its management in the Kuwaiti construction industry: a contractor's perspective, Int. J. of Project Management, 19, 325-335, 2001
- (Klemetti, 2006) Klemetti A., Risk management in construction project networks, Helsinki Univ. of technology, Espoo, 2006.
- (Lance, 2006) Lance G.A., Anderson J.M., The risk to third parties from bored tunneling in soft ground, WS Atkins, HSE, Research report 453, 2006.
- (Lyons, 2004) Lyons T., Skitmore M., Project risk management in the Queensland engineering construction industry : a survey, Int. J. Project Management, 22, 51-61, 2004
- (Magnussen et al, 2005) Magnussen O.M., Samset K., Successful Megaprojects: ensuring quality at entry, EURAM 2005, Responsible management in an Uncertain World, 4-7 may 2003, Munich.
- (MERP®, 2003) MERP®, Mémoire d'évaluation des risques prévisibles, 2003
- (Parker et Reilly, 2009) Parker H.W., Reilly J., Life cycle cost considerations using risk management techniques, World tunneling conference, Budapest, 2009
- (Pinto, 2006) Pinto J., Organizational governance and project success: lessons from Boston's Big Dig, Concept symposium 2006, Principles of Governance for major investment projects, Trondheim.
- (Pipattanapiwong, 2004) Pipattanapiwong J., Development of multi-party risk and uncertainty management process for an infrastructure project, Ph.D. Kochi Univ. Of Technology, Japon, mars 2004.
- (Raftery, 1999) Raftery J., Risk analysis in project management, E&FN Spon, 1999
- (Reilly 2009) Reilly J., Probable cost estimating and risk management, World tunneling conference, Budapest, 2009
- (Rozek, 2009) Rozek J., Loganathan N., Geotechnical baseline report as an underground risk management tool, World tunneling conference, Budapest, 2009
- (Skibniewski, 2008) Skibniewski M.J., Clark A.J., Introduction to FIDIC conditions of contract, Project Management Course, Univ. of Maryland, www.ftsl.itb.ac.id/kk/.../fidic-international-contracts.pdf, 2008.

- (Taillandier 2009) Taillandier Franck, La notion de risque comme clef de pilotage d'un parc patrimonial immobilier, Thèse de doctorat, Univ. Savoie, 19/9/2009.
- (Wade 2005) Wade Christopher, An overview of FIDIC contracts, Int. Construction Contracts and Dispute Resolution, ICC-FIDIC Conf. Le Caire, 9/10 avril 2005.
- (Williams, 1995) Williams T., A classified bibliography of recent research relating to project risk management, Eur. Journal of Operational Research, 85, 18-38, 1995.
- (WSDOT, 2008) WSDOT Guidelines for CRA-CEVP Workshops, Washington State Department of Transportation, 13/10/2008