



**HAL**  
open science

## Identification des risques pour les projets de construction : revue des pratiques internationales et propositions

Denys Breysse, H. Niandou, Myriam Chaplain, F. Jabbour

### ► To cite this version:

Denys Breysse, H. Niandou, Myriam Chaplain, F. Jabbour. Identification des risques pour les projets de construction : revue des pratiques internationales et propositions. CFM 2009 - 19ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2009, Marseille, France. hal-03391307

**HAL Id: hal-03391307**

**<https://hal.science/hal-03391307v1>**

Submitted on 21 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Identification des risques pour les projets de construction : revue des pratiques internationales et propositions

D. BREYSSE, H.NIANDOU, M. CHAPLAIN, F. JABBOUR P.

Université Bordeaux I, Ghymac, Avenue des facultés, 33405 Talence cedex

## Résumé :

*La phase d'identification des risques est cruciale dans tout processus de gestion et de maîtrise des risques. En génie civil, les projets de construction sont des opérations complexes, impliquant de nombreux acteurs, et pour lesquelles les facteurs de risque sont d'origines multiples. Les pratiques des entreprises montrent que, même sur les projets complexes, rares sont les cas où le management des risques est réellement formalisé. L'occurrence d'échecs spectaculaires a convaincu les entreprises et les bureaux d'études d'améliorer ces pratiques, mais les verrous demeurent nombreux, aussi bien sur le plan scientifique (difficulté de formaliser la connaissance et de quantifier des savoirs disparates) que sur le plan opérationnel. Cet article synthétise les principales préoccupations des travaux de recherche internationaux dans le domaine et présente les types de modèles employés. Il présente ensuite comment, au sein du projet de recherche GERMA, ces questions sont abordées, dans l'objectif de développer et de mettre en œuvre un cadre de modélisation adapté au contexte français.*

## Abstract :

*The risk identification stage is crucial in every risk management process. Construction projects are complex processes, which concern many stakeholders and for which risk factors have various sources. Analysis of the professional practices shows that, even on complex projects, risk management remains scarcely formalized. Several spectacular failures and collapses have convinced contractors and engineering companies that these practices must be improved, but many difficulties are encountered, as well scientific difficulties (knowledge modelling) as practical difficulties, due, for instance to the lack of tools that can be handled by professionals. This paper presents a synthesis of international research works in this field and describes what kind of models are developed. Then it explains how, in the frame of the GERMA research program, these questions are tackled, with the objective of developing and using a modelling frame fitted to the french context.*

**Mots clefs :** construction, génie civil, maîtrise des risques, risques de projet

## 1 Les enjeux et méthodes de la maîtrise des risques de projet

### 1.1 Le cadre du travail – vocabulaire et définitions

Le projet est défini comme (Norme ISO 1006) « un processus unique, qui consiste en un ensemble d'activités coordonnées et maîtrisées, comportant des dates de début et de fin, entrepris dans le but d'atteindre un objectif conforme à des exigences spécifiques incluant les contraintes de délais, de coûts et de ressources ». Cette définition s'applique à des champs extrêmement divers, comme, entre autres, ceux de l'industrie (aéronautique et espace, automobile...), des technologies de l'information, et de la construction. C'est à ce dernier domaine que nous nous intéressons. De nombreuses méthodes et outils sont déjà disponibles dans d'autres secteurs, il conviendra d'identifier si le secteur de construction requiert des approches spécifiques ou non.

L'objectif de la maîtrise des risques est de ramener les risques encourus à un niveau résiduel identifié et acceptable, à la fois :

- pour l'entreprise en charge du projet, vis-à-vis de ses résultats économiques et marchés futurs, de son image, de la sécurité des travailleurs...
- pour le client, dont les exigences portent sur la qualité du produit (dans notre domaine, l'infrastructure ou l'ouvrage) et ses performances, les délais et les coûts.

Au cours de la décennie 1990 et au début des années 2000, les préoccupations pour cette maîtrise des risques se sont multipliées. On citera tout particulièrement les travaux de Chapman et Ward [1] et ceux de Carr et Tah [2]. Dans une synthèse bibliographique déjà ancienne, Williams dressait les grandes lignes des enjeux et des difficultés des travaux dans ce domaine [3]. Aujourd'hui, des recommandations ont été établies pour les professionnels du management de projet [4]. Cependant, les questions ne sont pas closes, car les pratiques professionnelles ne suivent pas nécessairement les recommandations, et certains domaines professionnels sont encore peu impliqués dans cette démarche. La construction en fait partie. Par ailleurs, une démarche prescriptive, comme le sont les recommandations, ne suffit pas à répondre à des questions telles que : comment quantifier les risques le plus objectivement possible et comment répartir ces risques équitablement entre les acteurs concernés ?

Il est intéressant de noter qu'il n'y a d'ailleurs pas d'accord sur la définition du risque de projet lui-même. Deux regards existent :

- pour le premier, le risque (de projet) est « une fonction de la conséquence/sévérité d'un aléa et de la vraisemblance de sa survenue » [4],
- pour le second, c'est « un événement ou situation dont la concrétisation, incertaine, aurait un impact négatif ou positif sur les objectifs du projet [5].

Cette différence a probablement pour origine la différence identique existant entre spécialistes des risques industriels (le risque est le phénomène ou processus à l'origine de...) et spécialistes des risques naturels (le risque est le résultat potentiel d'un aléa originel). Dans ce qui suit, nous considérerons que nous avons :

- des états des variables et des facteurs susceptibles de provoquer des événements qui pourront engendrer des conséquences négatives pour le projet,
- des conséquences, relatives à un ou plusieurs objectifs du projet,
- le risque, défini comme une mesure des conséquences, résultant de l'occurrence des événements redoutés.

On parlera alors logiquement de :

- facteur de risque, pour toute « condition de l'environnement interne ou externe du projet qui favorise l'occurrence d'un résultat indésirable ». On parle ici des causes, des sources de risque ;
- catégorie de facteurs de risque : groupe de causes potentielles de risque. Les causes de risque peuvent être groupées en catégories telles que les risques techniques, externes, organisationnels, environnementaux ou les risques de management du projet. Une catégorie peut comprendre des sous-catégories telles que la maturité technique, la météorologie ou le degré d'optimisme ou de pessimisme des estimations.
- d'événement risqué (*risk event*) pour les événements redoutés, aléatoires, dont les conséquences impactent le projet.

## 1.2 Objectifs de la recherche en maîtrise des risques de projet

Si les préoccupations françaises sont relativement récentes pour le développement d'outils d'analyse et de maîtrise des risques de projet (MRP), il n'en est pas de même dans d'autres régions du monde (Etats-Unis et pays anglo-saxons – Grande-Bretagne, Australie – Chine et Sud-Est asiatique, voire Moyen-Orient). Dans ces pays, les recherches sont très actives depuis une vingtaine d'années et leurs avancées constitueront le socle de notre réflexion. Les recherches s'appuient, comme nous le verrons à la fois sur le développement de modèles et sur le retour d'expérience, même si ces « modèles » et ces « expériences » sont très éloignés de ceux avec lesquels les mécaniciens sont plus familiers.

Posant la question « Qu'est-ce que le risque de projet ? », Williams [3] a apporté une réponse simple, à partir du concept de « succès », avec les trois dimensions usuelles du projet (coût, délai, qualité) : un projet

réussi c'est un projet « bien ! vite ! pas cher ! ». Il notait aussi que ces exigences varient selon la phase de 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 montre aussi que les exigences varient selon les acteurs du projet et qu'il n'existe pas de mesure absolue de l'échec ou du succès, d'où l'évolution progressive des exigences vers la « performance perçue » ou le « degré de satisfaction », concepts qu'il est tout aussi difficile de définir et de mesurer ! Ces considérations expliquent que de nombreuses recherches se développent dans les domaines de l'analyse multicritères, de l'aide à la décision, de la simulation en contexte incertain.

On en distingue deux objectifs principaux à la recherche :

- l'évaluation des risques en amont du projet, et principalement des risques financiers consécutifs à la décision de participer à un projet : évaluation précoce pour une phase d'appel d'offres, sélection entre projets, risques liés aux montages (aux partenariats internationaux, joint-ventures...). Ces travaux sont souvent relatifs à de gros projets d'infrastructures à l'international.
- les risques encourus pendant le déroulement du projet : risques de dérive financière ou dans les délais, risques de non qualité... La dimension des projets concernés est alors très variable, elle va de l'ouvrage ou de la partie d'ouvrage au « méga projet ».

Dans le premier cas, l'objectif est de maîtriser les risques pour rentabiliser au mieux les investissements financiers. Dans le deuxième cas, l'objectif est de parvenir à un projet « réussi », sur ses différentes dimensions (performances, coûts, délais...).

Trois familles de conséquences couvrent la grande majorité des études [5-7] :

- le non respect des délais, domaine le plus étudié. Les travaux s'appuient souvent sur la probabilisation de diagrammes de type PERT (réseaux stochastiques) et constituent une suite logique de travaux sur le management de projet. La cible est la quantification du délai total, mais aussi des tâches critiques. Un problème est l'estimation de la durée de chaque activité. Les difficultés viennent aussi de la prise en compte de ressources limitées, incertitudes sur leur disponibilité, d'incertitudes dans la structure du réseau, d'incertitudes dans les conséquences, de distributions statistiques complexes...
- le non respect du budget : Le problème est plus simple car il repose sur des règles d'additivité. En général on se limite à probabiliser les estimations des coûts,
- le non respect de la qualité, de la performance souhaitée. Ces études sont beaucoup moins nombreuses mais sont véritablement celles dans lesquelles la dimension « risques » prend tout son sens. L'une des difficultés majeures est que la performance est multi-critères, avec des échelles différentes selon les critères. Le concept de « qualité » (ou de performance) peut être généralisé de manière à couvrir des objectifs de toute nature (impacts sur l'environnement, sécurité...).

## 2 La maîtrise des risques de projet dans la construction

### 2.1 Quelles spécificités pour les projets de construction ?

Au-delà de problèmes spectaculaires comme les effondrements d'ouvrages (en cours de construction ou en cours d'utilisation), qui peuvent attirer l'attention sur les questions de risques mal maîtrisés, la MRP est justifié par le constat que les dépassements de budgets sont communs dans la construction, surtout pour les projets complexes. 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 [8]. Pour la même période, sur 1627 projets achevés, les retards ont été de 50 à 809 % [9]. Parfois, c'est le projet fini par être abandonné. 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 [10]. Ces chiffres justifient à eux seuls d'une préoccupation croissante pour la MRP. Une autre source de préoccupation est l'existence de projets défaillants, comme dans le cas des tunnels urbains, où de nombreux accidents sérieux qui ont conduit à une prise de conscience collective et à la mise en œuvre d'une stratégie de réponse adaptée. Enfin, l'évolution du contexte économique de la construction, avec d'une part les PPP et d'autre part la multiplication des

interventions de grosses entreprises occidentales dans des pays émergents sont des facteurs qui conduisent les financeurs à exiger une meilleure maîtrise des risques.

Les particularités de la construction sont souvent soulignées par ses acteurs. Citons par exemple :

- le caractère prototypique des ouvrages, du fait que chaque site et chaque environnement physique est différent (ce qui n'est pas le cas pour un projet en informatique ou la fabrication d'un produit en environnement contrôlé),
- la diversité et la multiplicité du nombre d'acteurs,
- la durée des projets, qui augmente la vraisemblance d'événements impactant significativement la dispersion de la performance (changement des normes, évolution des objectifs...), les contraintes économiques, politiques, sociales... [11].

Il ressort de plusieurs études que la principale particularité est la grande complexité de l'organisation, avec de nombreux acteurs possédant une vision propre du projet, intervenant simultanément et poursuivant parfois des objectifs contradictoires [12].

## 2.2 Les raisons d'une implication nationale

En France, le faible développement de la culture du risque d'une part, et l'absence de recherches académiques en économie de la construction d'autre part, n'ont pas été propices à de telles évolutions. L'effondrement du Terminal E de Roissy en mai 2004, qu'elles qu'en soient les causes (techniques, organisationnelles...) a joué un rôle de déclencheur, d'autant plus qu'il faisait suite à quelques autres accidents comparables (effondrement du chantier parisien Eole en février 2003). Les évolutions internationales (développement des PPP, des joint-ventures...) citées ci-dessus concernent aussi au premier chef les grandes entreprises françaises, très actives sur le marché international. Ce n'est qu'en 2008 qu'un premier projet de recherche a vu le jour sur le sujet, avec le soutien de l'ANR (GERMA - (GEstion du Risque de MAnagement de Projet). Simultanément, les pouvoirs publics, les professionnels et les chercheurs travaillent dans le cadre d'un GT commun de l'AFGC et du GIS MRGenCi pour rédiger des recommandations de « bonnes pratiques » dans le domaine. Bien entendu, les savoirs et questionnements développés à l'étranger constituent le socle de ces travaux, qui doivent en outre traduire une adaptation aux spécificités nationales.

## 2.3 Dimensions à traiter et voies d'approche

L'une des difficultés majeures du travail est la complexité du système à modéliser : système multi-acteurs, dimensions techniques multiples, richesse de l'organisation, système dynamique avec une forte influence de l'environnement (sol, météorologie...) et interactions obligées avec des tierces parties (riverains...). Un support usuel de l'identification des risques est la « structure hiérarchique des risques » (RBS pour risk breakdown structure), mais il n'existe pas de consensus sur la manière de décomposer les risques.

La façon la plus courante de décomposer les facteurs de risque repose sur la distinction entre risques d'origine interne et risques d'origine externe. Ainsi, [10] a proposé un HSRU (*Hierarchical Structure of Risk and Uncertainty*) reposant sur la vision de l'entreprise de construction, qui distingue, pour les facteurs d'origine interne, ceux attachés au projet, qui sont regroupés en fonction des acteurs, et ceux attachés aux activités, qui sont regroupés en fonction de ce qui contribue à la réussite ou à l'échec de l'activité (figure 1). La décomposition en familles identifiées à partir des acteurs est fréquente. Une autre manière de relier les risques aux activités consiste à identifier les facteurs de risque à partir des tâches identifiées sur la PBS. La figure 2 illustre une telle identification (d'après [13]).

Remarquons que la décomposition selon la double arborescence risques/tâches, qui conduit à une représentation matricielle des risques permet de faciliter la vision dynamique des phases du projet. Hélas, si l'on souhaite ajouter la dimension des acteurs, il faut une troisième dimension et la représentation sur le papier n'est plus aussi simple. Dans tous les cas, ces représentations s'appuient sur une vision hiérarchique, qui demande que l'on ait préalablement identifié les facteurs de risque et les groupes de risque que l'on

souhaite privilégier.

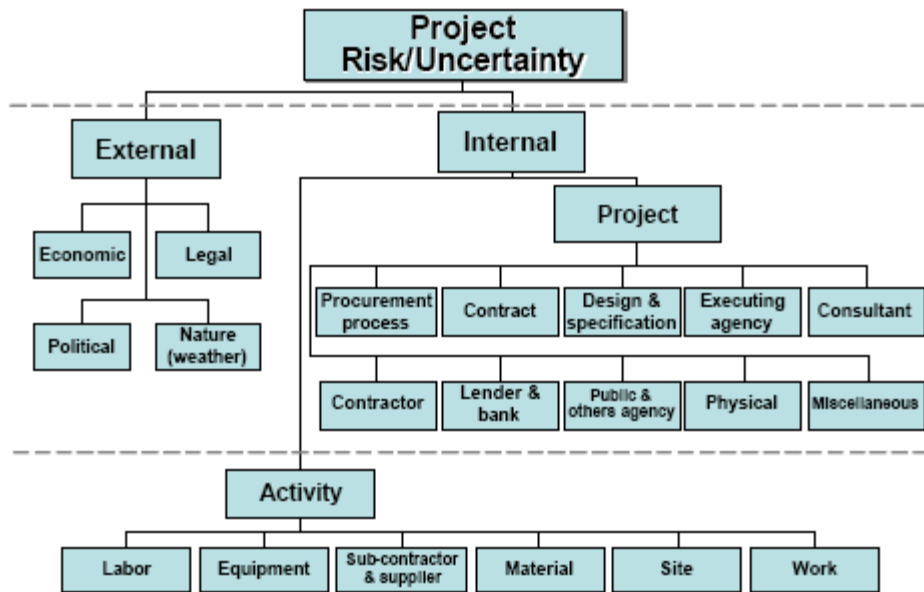


Figure 1. Exemple de décomposition hiérarchique des risques (d'après [10]).

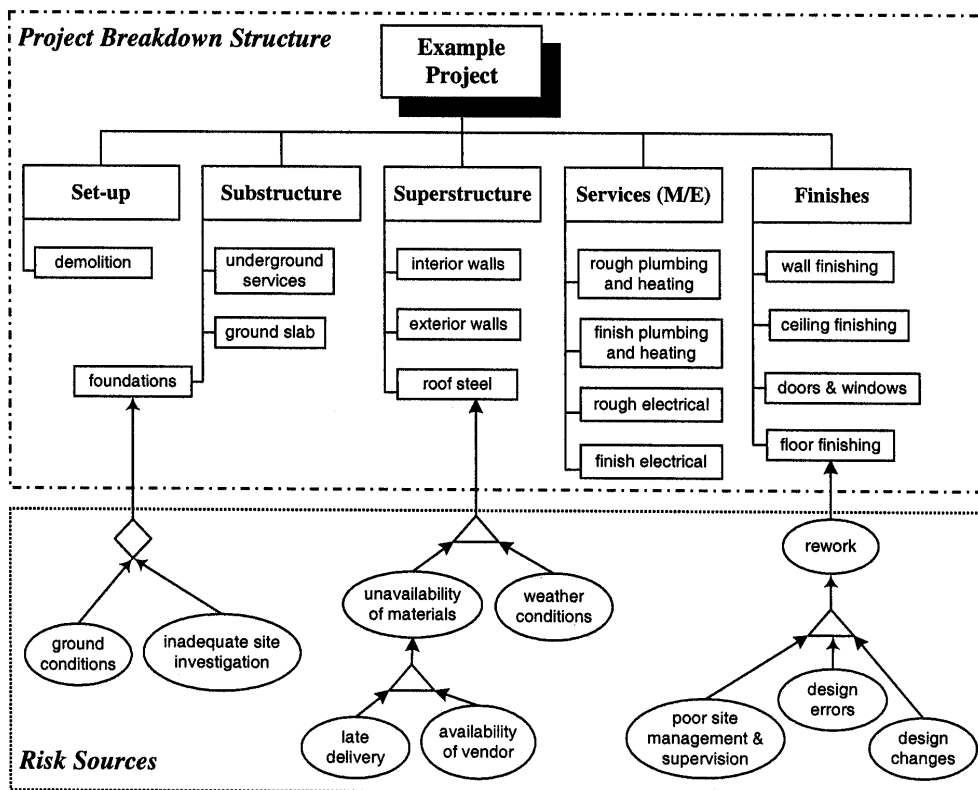


Figure 2. Décomposition hiérarchique des tâches et sources de risque (d'après [13]).

Modéliser la performance (ou la non performance), les coûts et les délais pouvant être considérés comme des dimensions particulières de la performance, requiert de modéliser le « système-projet » dans sa complexité. On peut distinguer quatre types de modèles, qui diffèrent par les objectifs, les données traitées et la manière

de représenter le système-projet : les modèles comportementaux, les modèles analytiques « fonctionnels », les modèles physiques et les modèles « boîte noire ».

Les modèles « comportementaux » sont destinés à analyser l'effet des pratiques professionnelles, des attentes des acteurs... Ils visent à répondre à des questions telles que : « que se passe-t-il dans telle situation ? ». Ils reposent en général sur l'élaboration et l'emploi de questionnaires ou d'entretiens, qui permettent d'expliquer quels caractères essentiels (des pratiques, des attentes...) conditionnent les risques. Ils relèvent principalement des sciences humaines et comportementales. Les caractères sont identifiés en fonction de données observables comme le statut de la personne ou de l'entreprise, la nature du projet... Ces modèles sont souvent qualitatifs, mais ils peuvent aussi être semi-quantitatifs, en recourant à des échelles à N niveaux (de type « Likert scale »).

Les modèles analytiques « fonctionnels », visent à établir les relations structurelles entre facteurs de risque, catégories de facteurs de risque et sorties. Ils reposent donc sur une analyse du projet qui en décompose les mécanismes organisationnels, physiques, relationnels... Le questionnement est du type : « quelles sont les relations entre tel état ou telle condition et telle conséquence ? ». Ces modèles n'ont pas vocation à permettre une évaluation quantitative des risques. Ils peuvent par contre déboucher sur des recommandations de « bonnes pratiques » et participer ainsi à la maîtrise des risques.

Dans les modèles prédictifs de type « physique », on décrit, à l'échelle choisie, le projet comme un processus (ensemble d'actions et d'opérations requérant des ressources, soumis à des contraintes) et on étudie la réponse du processus en environnement incertain ou perturbé (on analyse par exemple les distributions statistiques des délais ou des coûts et la probabilité de dépasser une valeur seuil). La finesse de la description retenue dépend du processus modélisé, qui peut être très « micro » (séquences d'opérations de construction) ou plus « macro » (déroulement du projet global).

Dans les modèles prédictifs de type « boîte noire », on vise à estimer la valeur de variables de sortie Y (par exemple niveau de performance) en fonction de variables d'entrée X. Les outils employés sont divers (régressions statistiques, logique floue, réseaux neuronaux...). Ces modèles s'appuient souvent sur une décomposition hiérarchique des risques, qui sert de support à la formalisation du problème puis à l'approche quantitative, les informations d'entrée étant alors propagées au travers de la structure. A la différence des modèles physiques, les liens entre entrées et sorties (et éventuellement variables intermédiaires) traduisent seulement des relations fonctionnelles, mais ils ne cherchent pas à reproduire un mécanisme physique. Les données X sont identifiées à partir d'une analyse des facteurs de risque et leur valeur est attribuée par des experts, souvent au moyen d'enquêtes et de questionnaires, sur des échelles discrètes. L'identification des paramètres internes du modèle permet ensuite d'utiliser le modèle dans une logique de prédiction. La figure 3 reproduit une décomposition proposée par [14]. Ce schéma met en évidence un ensemble de variables (environnement du projet, condition du pays hôte, capacité et expérience de l'entreprise...), qui sont par ailleurs quantifiées à partir d'observables. Par exemple la valeur de la variable « condition du pays hôte » dépend de la réponse à une série de questions telles que : quelle est la fréquence de changement des règlements ? la situation sociale est-elle stable ? quelle est l'étendue de la corruption ? Chaque question correspond à un facteur de risque jugé pertinent. Une fois la structure du modèle établie, les relations quantifiées (de tels modèles se prêtent bien à la mise en œuvre d'outils du type réseaux neuronaux), et les observables fournis, le modèle peut être validé et utilisé de manière prédictive.

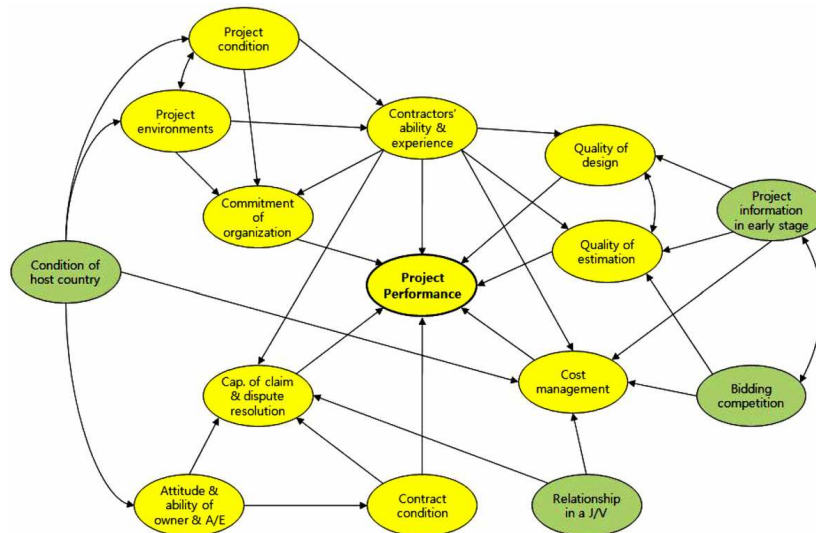


Figure 3. Modélisation de la performance de projet (d’après [14]).

### 3 Identification des facteurs de risque et modélisation du projet

Le Projet GERMA s’est donné pour objectif de développer, en tenant compte des particularités du contexte national, une méthodologie et des outils permettant aux acteurs de la construction de mieux maîtriser les risques de projet. Il convient dans un premier temps de mettre en place un modèle conceptuel du projet, puis d’identifier les facteurs de risque à prendre en compte. La figure 4 schématise les relations entre les acteurs du projet, le figuré en pointillés schématisant le cadre du projet, qui recouvre aussi la phase d’exploitation de l’ouvrage. Les « autres parties prenantes » recouvrent les acteurs qui interviennent à titre divers dans le projet : acteurs avec liens contractuels (financeurs, assureurs, contrôle technique), ceux avec un lien réglementaire ou administratif (autorités en charge de la réglementation, décideurs politiques, commissions techniques) et les acteurs d’influence (usagers, riverains...). La multiplicité et la diversité des acteurs sont source de risque, de par les risques induits par chacun des acteurs, et de par la multiplication des interfaces.

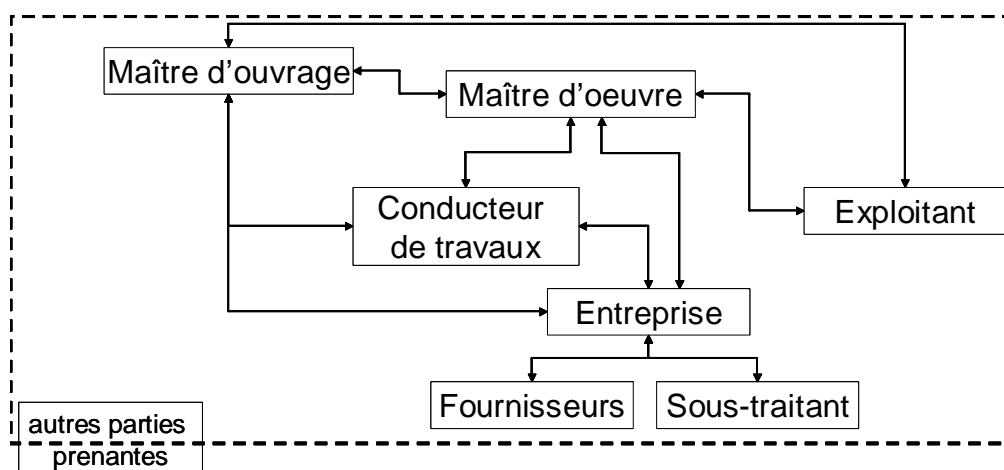


Figure 4. Schématisation des relations entre les acteurs du projet

L’identification des facteurs de risque pose deux questions : celle de leur inventaire et celle de leur classification. Les possibilités de classification sont multiples, comme nous l’avons vu au § 2.3 : par acteurs, par phase de projet, par nature... Nous avons choisi une décomposition à deux niveaux : par acteur et par type de « mission », qui s’appuie sur les missions dévolues à chacun des acteurs. Ainsi, par exemple, le maître d’œuvre est en charge :

- de la conception, avec les études aux différents degrés d’avancement du projet (esquisse, APS, APD, projet),



- de l'exécution : assistance pour la passation des marchés, études d'exécution, direction de l'exécution des contrats de travaux, assistance du maître d'ouvrage pour la réception des travaux...
- du pilotage et de la coordination des autres acteurs.

Enfin, pour chaque acteur, on identifie en quoi les interactions avec les autres acteurs sont sources potentielles de risque : mauvaise compréhension des documents, transmission d'informations incomplètes ou tardives... Un avantage de cette décomposition est qu'elle sera adaptée à la fois à une description dynamique des risques, puisque les missions sont le plus souvent attachées à des phases particulières de la vie du projet, et à une modélisation prenant en compte les différences de perception des acteurs.

Le recensement des facteurs de risque s'est tout d'abord appuyé sur une large analyse de la littérature internationale [6], qui a été adapté aux spécificités nationales (par exemple à l'absence du « project manager » anglo-saxon en particulier), puis enrichi par les apports des experts des bureaux d'ingénierie et des entreprises impliqués dans le Projet GERMA. L'analyse bibliographique a permis d'identifier environ 200 facteurs de risque (environ 120 facteurs internes au projet et 80 facteurs externes). La difficulté principale est dans la hiérarchisation des facteurs principaux, au moins pour une première version de la modélisation. Nous avons donc procédé à un recensement le plus exhaustif possible, en nous efforçant de regrouper des facteurs de risque dont les expressions exactes différaient mais qui pouvaient être assimilés. Puis, sur la base de la fréquence des citations, nous avons effectué une première sélection, qui a été ensuite soumise aux experts professionnels. Les Tableaux 1 et 2 présentent un extrait des facteurs internes et externes retenus.

Acteur	Mission	Facteur de risque
maître d'ouvrage	définition	objectifs du projet et besoins du client mal définis, priorités mal établies
	financement	problème de financement, budget insuffisant
	exécution	modification des objectifs en cours de projet
	exécution	délais insuffisants
	financement	retard de paiement des entreprises
maître d'oeuvre	conception	conception technique défailante
	conception	planning inadéquat ou erroné, non réaliste
entreprises	exécution	incompétence, erreurs
	exécution	matériel /techniques/méthodes inadaptés
	exécution	manque de personnel qualifié
conduite de travaux	exécution	manque de leadership/supervision
	exécution	mauvaise communication, informations tardives
	contrat	mauvaise résolution des conflits
	contrôle	suivi des modifications (des délais, des tâches, du budget) absent ou inefficace
	exécution	expérience insuffisante, manque de connaissances et/ou de compétences

Tableau 1. Facteurs de risque internes les plus fréquemment cités

L'inventaire exhaustif des facteurs n'est pas un objectif pertinent, dans la mesure où les facteurs dépendent du niveau de finesse de la décomposition du projet. Il importe donc de privilégier la structure du modèle, en établissant un modèle qui intègre les caractéristiques principales (organisation en phases, relations entre les acteurs), valides quels que soient les types de projet, et qui pourra être enrichi dans une seconde étape. Ainsi, par exemple, le même cadre pourra servir de base à un modèle approfondi pour les tunnels urbains, ou pour les projets de barrages.

Groupe de facteurs	Facteur de risque
économiques et financiers	inflation, variation des prix, du coût du travail
économiques et financiers	carences de matériaux, modification des matériaux disponibles sur le marché
économiques et financiers	carences en équipement
économiques et financiers	carences en personnel compétent
économiques et financiers	variation des taux de change, convertibilité
naturels-environnementaux	conditions de site non prévues (géotechnique, archéologie...)
naturels-environnementaux	météorologie défavorable (pluies, inondations...)
règlements	changements de législation, de règles
règlements	délais pour obtenir les autorisations / signatures, bureaucratie
divers	"acts of God" - force majeure

Tableau 2. Facteurs de risque externes les plus fréquemment cités

En parallèle, nous développons une base documentaire d'études de cas, sur la base d'entretiens avec des professionnels qui font part de leur retour d'expérience sur des projets complexes concrets (projets immobiliers, ouvrages d'art, projets routiers...). Nous nous efforçons, dans ces entretiens, de recueillir les avis de différents acteurs ayant été impliqués dans un même projet, pour identifier dans des situations concrètes comment une même situation objective peut avoir des perceptions et évaluations diverses.

## Conclusions et perspectives

Nous nous sommes engagés dans une action nouvelle dans le domaine de la construction : celle de la formalisation et la modélisation des risques de projets pour les opérations de génie civil complexes. C'est à notre connaissance le premier travail de cette nature dans le cadre national, même si de nombreux travaux ont déjà été engagés à l'étranger, particulièrement dans le monde anglo-saxon. Une revue des limites des approches développées dans le cadre professionnel, quasi-exclusivement prescriptives, et des capacités des modèles développés en recherche nous a conduit à mettre en place les premiers éléments d'une modélisation qui repose sur une description précise des relations entre les acteurs et des risques qui leur sont attachés.

Ce travail n'est pas achevé. Il se poursuivra par :

- l'élaboration d'un registre des risques, en privilégiant quelques dizaines de risques jugés les plus essentiels. Ce registre devra intégrer, entre autres, l'estimation de la fréquence et de la gravité de chacun des facteurs de risque. Il débouchera sur l'établissement d'un « profil de risque » pour chaque phase du projet,
- l'identification des objectifs poursuivis par chacun des acteurs, dans la mesure où la réussite perçue du projet est mesurée, pour chaque acteur, à l'aune de l'écart entre ses objectifs et ce qu'il obtient. C'est dans ce cadre que nous pourrons étudier la manière dont le mode de passation des marchés influence les risques et la réussite des projets.

L'objectif est, bien entendu, de valider un cadre de modélisation qui permette aussi de comparer des projets entre eux, ou différentes options stratégiques pour un même projet. Ces comparaisons pourront se faire par la mise en œuvre d'un modèle quantitatif, du type des modèles « boîte noire » décrits au §3.2. Ce modèle reposera probablement sur la distinction entre facteurs de risque observables (mesurables) et variables latentes, qui conditionneront directement les performances du projet. De tels modèles, ou leurs variantes ont été développés par plusieurs auteurs [14-16] et permettent de combiner les avantages des modèles fonctionnels (description fine de la manière dont les facteurs interagissent) et le souci d'obtenir des sorties quantifiées.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des partenaires du projet GERMA, sans lesquels ce

travail ne pourrait être mené, et en particulier Mme Joelle Conversy, M. Roland Russier, M. Patrick Perret (du bureau d'études COTEBA), et M. Denis Morand (de l'Université de Marne la Vallée), ainsi que le regretté Alain Thirion, qui a été à l'origine du projet de recherche. Ils remercient aussi l'ANR pour son soutien à ce travail.

## References

- [1] Chapman C., Ward S., Project Risk Management: Processes, Techniques and Insights, Kindle Edition, 1997.
- [2] Tah J.H.M., Carr V., Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain, *Advances in Engineering Software*, 32, 835-846, 2001.
- [3] Williams T., A classified bibliography of recent research relating to project risk management, *Eur. Journal of Operational Research*, 85, 18-38, 1995.
- [4] ITIG (International Tunneling Insurance Group), A code of practice for risk management of tunnel works, 30 jan. 2006.
- [5] PMBOK, Guide du corpus des connaissances Baloi D., Price A.D.F., Modelling global risk factors affecting construction cost performance, *Int. J. of Project Management*, 21, 261-269
- [6] Jabbour F., Maîtrise et gestion des risques liés au management des projets complexes de Génie Civil (GERMA), Mémoire de Master Université Bordeaux 1, juillet 2008.
- [7] Bourdeau S., Barki H., Rivard S., Evaluation du risque en gestion de projets, Série scientifique, CIRANO, Montréal, août 2003
- [8] Baloi D., Price A.D.F., Modelling global risk factors affecting construction cost performance, *Int. J. of Project Management*, 21, 261-269, 2003
- [9] Lam P.T.I., A sectorial review of risks associated with major infrastructure projects, *Int. J. Project Management*, 17, 2, 77-87, 1999.
- [10] Pipattanapiwong J., Development of multi-party risk and uncertainty management process for an infrastructure project, Ph.D. Kochi Univ. of Technology, Japon, mars 2004.
- [11] Raftery J., Risk analysis in project management, E&FN Spon, 1999
- [12] Walewski J., Gibson G. Jr , International project risk assessment: methods, procedures and critical factors, Center construction industry studies, Rep 31, Univ. of Texas at Austin, 2003
- [13] Andi, Appropriate allocation of contingency using risk analysis methodology, *Dimensi Teknik Sipil*, V6, n.1, 40-48, 2004.
- [14] Kim D.Y., Han S.H., Kim H., Park H., Structuring the prediction model of project performance for international construction projects: a comparative analysis, *Experts systems with applications*, 2008; doi:10.1016/j.eswa.2008.02.048.
- [15] Belassi W., Tukel O.I., A new framework for determining critical success/failure factors in projects, *Int. J. of Project Man.*, 14, 3, 141-151, 1996.
- [16] Dikmen I., Birgonul M.T., Han S., Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects, *Int. J. of Project Management*, 25, 494-505, 2007.