

## Génie civil, risques naturels et société

### Synthèse d'une enquête sur le principe de précaution et la prévention auprès du comité d'experts de génie civil du CNISF

#### SOMMAIRE

CONCLUSIONS.....	2
INTRODUCTION, objet du rapport .....	4
PREMIERE PARTIE, considérations générales.....	5
Définitions et commentaires généraux .....	5
L'identification des risques.....	7
De la spécificité du génie civil.....	8
DEUXIEME PARTIE, comment améliorer les méthodes et les pratiques.....	9
Appartient-il au maître d'ouvrage de définir le niveau de risque ? .....	10
Un projet doit être appréhendé dans sa totalité .....	11
Le retour d'expérience.....	13
Savoir tirer parti de l'auscultation et du suivi des ouvrages et des sites.....	14
Du bon usage des normes.....	16
Conserver le sens du raisonnable et du relatif.....	17
Priorité absolue à la sécurisation des bâtiments et équipements nécessaires pour les secours .....	18
Faire preuve d'imagination, tout en étant prudent, base de l'innovation .....	18
TROISIEME PARTIE, risques naturels et risques induits .....	19
Inondations .....	19
Séismes et Grands Glissements .....	20
QUATRIEME PARTIE, formation et communication .....	21
La formation des ingénieurs.....	22
La communication des ingénieurs avec le grand public et le problème de la peur de la technique .....	22
ANNEXES.....	26
Bibliographie.....	30

## CONCLUSIONS

En conclusion de la synthèse de l'enquête sur le principe de précaution et de prévention, le comité d'experts de génie civil du CNISF fait les propositions suivantes :

- **Conduire l'application du Principe de Précaution** suivant la formulation figurant dans les textes officiels existants, **comme un principe d'action**, en prenant des mesures qui incitent à aller de l'avant pour lever les incertitudes et non d'une façon restrictive qui bloquerait toute innovation, sous le prétexte plus ou moins motivé qu'on ne sait pas. L'ingénieur n'est pas concerné par la mise en oeuvre du principe qui relève du seul pouvoir politique et judiciaire, mais par ses conséquences.
- **Systématiser l'analyse des risques dans le génie civil** et généralisée afin que les maîtres d'ouvrages puissent être en mesure de dire quels sont les risques résiduels générés par leurs réalisations, de les justifier et les faire accepter aux autres acteurs sociaux chaque fois que cela est nécessaire. Ceci implique la mise en place **de structures de dialogue** dans lesquelles l'expertise technique ait toute sa place, et qui prennent en compte la position des citoyens de façon à atteindre sinon un accord, du moins une reconnaissance des raisons des décisions.
- **Mettre tout en oeuvre pour éviter une judiciarisation non maîtrisée de la pratique de l'ingénieur que ce dernier ne doit pas craindre dans son principe.** Une information des ingénieurs doit être dispensée à ce sujet. Les structures de dialogues suggérées ci-dessus pourraient permettre de définir les limites de la responsabilité des différents acteurs de l'acte de construire jusqu'à une limite au-delà de laquelle jouerait la solidarité nationale.
- Au-delà des pratiques de dialogue ou de concertation, coordonner **la mise en forme du retour d'expérience** dans des organisations pérennes et dynamiques pour la diffusion de l'expérience acquise, et la conservation du savoir. Il faut introduire la pratique systématique de l'évaluation des différents types d'ouvrages.
- **Systématiser la surveillance par auscultation des ouvrages et des sites**, suivant des procédures propres à chaque nature d'ouvrage ou de site. La conservation et la consultation des données du suivi des ouvrages doivent être assurées par des organisations impliquées directement dans la gestion de ces derniers. Une attention particulière doit être donnée à la formation du personnel dans ce domaine particulier, tant dans l'exécution que dans l'exploitation des ouvrages.
- **Développer la formation des ingénieurs** dans le domaine de la pratique du droit et de l'analyse des risques et de la communication de façon à donner une véritable culture du risque et de la sécurité. La formation doit être étendue à l'éthique des affaires, et à la sociologie.
- **Inciter** les maîtres d'ouvrage, avec l'aide des maîtres d'œuvre, experts, mouvements associatifs, à **appuyer les efforts nécessaires d'éducation et d'information** que le personnel politique, le corps enseignant et les médias doivent assumer auprès des différents types de publics pour expliquer

## CNISF, comité génie civil

l'environnement dans lequel s'insèrent les réalisations d'infrastructures et de bâtiments, et les phénomènes naturels, souvent extrêmes qui les affectent. Ceci inclut les explications sur les mesures prises pour assurer la sécurité de ces ouvrages, et **l'écoute des craintes**.

- **Dispenser une éducation au niveau scolaire** sur la connaissance de l'environnement physique, afin que les urbains que nous sommes devenus, se réapproprient l'ensemble du territoire dans lequel ils vivent et travaillent. Cette éducation scolaire devrait s'étendre aux risques et au comportement civique qu'implique l'action de chacun dans l'environnement pour la prévention des risques.

## **INTRODUCTION**

### **Objet du rapport**

Ce rapport est né d'une enquête dont le principe était de faire réagir un certain nombre d'ingénieurs expérimentés à la question suivante : dans leur domaine du génie civil, du bâtiment, des risques naturels, comment peut-on mieux faire en matière de diminution des risques ? Cette démarche participait de la volonté des ingénieurs d'apporter leur contribution au débat actuel sur la maîtrise du développement industriel et technologique.

Le « panel » d'ingénieur était constitué par la soixantaine de membres du comité génie civil. Leur point de vue a été complété par celui de quelques spécialistes recommandés par les membres du comité. Ont été également pris en compte les avis exprimés dans certaines publications citées en référence, dont quelques unes avaient été rédigées par les membres mêmes du comité génie civil.

Cette enquête n'a aucune prétention d'exhaustivité, il s'agit simplement d'un témoignage mis à la disposition des pouvoirs publics pour les aider à orienter leur action. Elle vient d'ailleurs après de nombreuses prises de positions ou rapports sur le sujet, rédigées par de très prestigieuses institutions et rappelées en tête de la bibliographie jointe à la fin du texte. Nous en avons volontairement limité la longueur. Car l'importance des enjeux est à l'origine d'une abondante production éditoriale ainsi que d'innombrables articles de journaux d'hebdomadaires et de revues.

Ce rapport présente l'avantage d'une certaine spontanéité. Il ne s'agit ni de se substituer à des organisations existantes, ni d'examiner l'ensemble du problème et toutes ses conséquences. L'idée est de souligner ce qui paraît important aux yeux de praticiens en fonction de leur propre expérience, pour améliorer la prévention, dans les pratiques techniques, dans les comportements collectifs, tant des ingénieurs que dans ceux des usagers ou du grand public. Les problèmes de formation, de recrutement, et de communication ont été abordés. Car le point de vue des ingénieurs semble difficilement audible dans les médias. C'est pour garder la qualité du témoignage que ce rapport a été construit autour de la matière même des contributions à l'enquête pour que l'on entende mieux la voix des ingénieurs<sup>1</sup>.

Le plan qui a été retenu est le suivant :

- Une première partie rappelle quelques définitions avec les commentaires qui résultent de la façon dont les ingénieurs consultés entendent les notions objets de l'enquête.
- Une deuxième partie traite des aspects techniques généraux, et des méthodes.
- Une troisième partie concerne les risques naturels tels qu'on les rencontre dans le génie civil, ainsi que les risques induits par les réalisations du génie civil
- La quatrième partie réunit les réactions sur la formation des ingénieurs, leur recrutement et la communication avec le grand public. Elle dépasse quelque peu l'apport de l'enquête. Elle a été nourrie des discussions qui se sont tenues autour de la rédaction du

---

<sup>1</sup> Les témoignages et avis extraits des réponses des membres du comité génie civil sont imprimés en italiques. La liste de tous les intervenants est donnée à la fin du rapport.

rapport. Elle remet en perspective la position des ingénieurs dans le cadre des différentes prises de position d'autres composantes de notre société face à la technique et à l'industrie.

### PREMIERE PARTIE Considérations générales

#### Définitions et commentaires généraux

Le problème des définitions, en somme des repères, est de toute première importance. A cet effet, on rappelle les définitions données par le groupement d'impulsion stratégique « évaluation des risques » de l'AFNOR<sup>2</sup>.

- . danger : source potentielle de dommages,
- . risque : combinaison de la probabilité d'un événement et de ses conséquences,
- . prévention : mesures visant à prévenir un risque, soit en supprimant ou modifiant le danger initiateur du risque, soit en diminuant la probabilité d'occurrence ou la gravité de ses conséquences, soit en réparant les conséquences d'un dysfonctionnement ou d'un accident,

Les définitions du Petit Robert traduisent bien ce qui demeure dans les mentalités collectives :

Prévention : ensemble de mesures préventives contre certains risques  
Précaution : disposition prise pour éviter un mal ou en atténuer l'effet

Il n'y a pas de contradiction entre l'AFNOR et le Robert. Mais où se situe la différence entre prévention et précaution ? Il n'est peut-être pas inutile de dire que dans l'esprit de beaucoup, ces notions ne sont pas clairement distinctes. Car il faut parler non de précaution mais de Principe de Précaution. C'est le Principe de Précaution et cette seule dernière expression qui figure dans la loi constitutionnelle relative à la Charte de l'environnement<sup>3</sup>.

Le Principe de Précaution est présenté de la façon suivante :

*Art. 5- lorsque la réalisation d'un dommage, bien qu'incertaine en l'état des connaissances scientifiques, pourrait affecter de manière grave et irréversible l'environnement, les autorités publiques veillent par application du principe de précaution, à l'adoption de mesures provisoires et proportionnées afin d'éviter la réalisation du dommage ainsi qu'à la mise en œuvre de procédure d'évaluation des risques encourus.*

Le Principe de Précaution avait été défini de la façon suivante dans la loi Barnier<sup>4</sup> :

*« Le principe de précaution selon lequel l'absence de certitudes, compte tenu des connaissances scientifiques et techniques du moment, ne doit pas retarder l'adoption de mesures effecti-*

---

<sup>2</sup> Guide ISO/CEI 73, Management du risque, vocabulaire.

<sup>3</sup> Texte adopté le 28 février 2005 par le parlement réuni en Congrès et promulgué le 1<sup>er</sup> mars 2005 par Jacques Chirac, Président de la république.

<sup>4</sup> Loi n°95-100 du 2 février 1995, relative au renforcement de la protection de l'environnement. (Loi Barnier), article L. 200-1

## CNISF, comité génie civil

*ves et proportionnées visant à prévenir un risque de dommages graves et irréversibles à l'environnement à un coût économiquement acceptable. »*

Par environnement, on entend non seulement l'environnement physique mais aussi la sécurité dans les différents domaines, et la santé.

La précaution<sup>5</sup> désigne trois types d'actions hiérarchisées selon une perspective temporelle, qui vont du court terme au long terme de la gestion de la ressource naturelle. La perspective de précaution intègre la prévention qui consiste à :

- (i) réduire les risques (probabilité d'occurrence et conséquences)
- (ii) formuler des objectifs de qualité environnementale
- (iii) définir une approche écologique de la gestion de l'environnement

Pour les ingénieurs la prévention va de soi. Ils l'associent à un risque identifié, à une action collective visant à prendre les mesures nécessaires pour prévenir ce risque. La précaution est associée à un risque non identifié, à la seule notion de prudence lié à une veille sans objectif déterminé. La précaution englobe la prévention en allant au delà.

La communication du 2 février 2000 de la Commission européenne<sup>6</sup> ne définit pas explicitement ce qu'est le Principe de Précaution. Celui-ci apparaît comme étant l'outil d'aide à la décision du responsable politique face au problème de la gestion du risque. C'est une règle de conduite. Sa mise en œuvre intervient après la phase d'appréciation puis de caractérisation des risques avérés ou potentiels. Ayant fait le travail que l'on attend d'eux, le scientifique ou l'ingénieur se trouvent formuler une opinion qui est considérée au même niveau que celle de l'ensemble des citoyens.

Bien que le principe de précaution ne doive pas aboutir à un blocage, mais s'inscrive dans un processus dynamique de réévaluation permanente, les ingénieurs craignent une dérive sécuritaire dans une application sans discernement.

Deux notions générales auxquelles on se réfère souvent, à savoir la complication et la complexité, méritent un court développement. La première relève d'un ensemble d'opérations dépendant les unes des autres et intégrant des données ou paramètres bien déterminés quantitativement et qualitativement. La complexité n'exclut pas la complication mais se caractérise par l'incertitude qui règne quant à la nature et la valeur des données et paramètres à prendre en compte dans la conduite de l'opération considérée, ainsi qu'à l'incertitude sur la manière dont réagissent ces paramètres entre eux. La précaution relève par définition nous semble-t-il du domaine du complexe.

En dernier lieu, on traitera du coefficient de sécurité. Cette notion vieille de plusieurs siècles que connaissent bien les ingénieurs, est liée au départ à la notion de rupture d'un ouvrage ou d'une pièce. Ce coefficient traduisait la réserve de résistance d'un ouvrage vis-à-vis des sollicitations usuelles auxquelles il était soumis. On pouvait donc définir plusieurs coefficient de sécurité suivant le niveau de sollicitations pris en compte. La valeur de ce coefficient était directement liée à la valeur économique que l'on était prêt à lui affecter. Par ailleurs on ne définissait un coefficient de sécurité que par rapport à un mécanisme de rupture pris en compte, donc imaginé ou dont on eut l'expérience. Par la suite le coefficient de sécurité a été

---

<sup>5</sup> Ewald F., Gollier C., Sadeleer N. de, *Le principe de précaution*, collection Que sais-je, PUF, Paris 2001, 128p.

<sup>6</sup> "Communication de la Commission sur le principe de précaution", Commissions des Communautés européennes, Bruxelles 2 février 2000.

## CNISF, comité génie civil

appliqué sur la valeur des caractéristiques mécaniques des composants des ouvrages étudiés. Il traduit l'incertitude (variations spatiale, et temporelle définies au moyen d'outils statistiques, et donc aussi incertitudes d'échantillonnages) ou l'ignorance sur la valeur exacte de ces caractéristiques. Il intègre aussi l'erreur faite en remplaçant le comportement mécanique réel de l'ouvrage par un modèle mathématique simplificateur. Ce coefficient ne peut plus être unique, car on doit tenir compte du poids effectif du paramètre considéré dans sa participation à la résistance globale de la structure analysée.

Un problème identique se pose pour la valeur des sollicitations appliquées à la structure.

Enfin les phénomènes de vieillissement résultant de l'altération des matériaux, due à l'eau en particulier, dans le temps peuvent être pris en compte au moyen de coefficients de sécurité.

Cette démarche peut être considérée comme la traduction ou l'application première et ancienne du principe de précaution pour l'appréciation des facteurs concourant à la sécurité d'un ouvrage.

### L'identification des risques

Les réflexions et remarques des membres du comité viennent en écho à l'exposé des notions et principes exposés ci-dessus. Elles correspondent à la prise de conscience, non de l'existence des risques mais de la nécessité d'une approche méthodique de ceux-ci dans leur identification.

L'analyse des risques dans la pratique du génie civil, apparaît maintenant comme une nécessité, dès le stade de la conception des ouvrages. Il faut l'imposer, estiment les experts. Elle devrait être une des pièces du dossier d'utilité publique lorsqu'il y a lieu.

Mais plusieurs questions appellent réponse afin que l'introduction d'une telle pratique soit bénéfique : à quel stade de l'étude doit être conduite l'analyse, qui doit établir le guide définissant le contenu de l'étude de risques, doit-on aller jusqu'à normaliser ? Il faut prendre conscience du décalage existant entre l'approche existante entre l'industrie des travaux publics et l'industrie, entre l'attention apportée à une usine à construire et celle moindre portée à son environnement, par suite de l'absence d'outils méthodologiques et techniques disponibles.

Enfin les conséquences ultérieures en terme de responsabilité civile et pénale doivent être bien prises en compte.

Elle peut s'appuyer sur l'expérience acquise dans des techniques comme celle du nucléaire (analyse de sûreté), de l'offshore et de l'aéronautique. Le groupement MR-GenCI, GIS créée récemment, dont fait partie le CNISF, s'inscrit dans la démarche du regroupement « *des acteurs du génie civil pour analyser les problèmes concrets et complexes de la maîtrise des risques en génie civil, pour élaborer des solutions scientifiques et techniques permettant de trouver des solutions concertées* ». <sup>7</sup>

- *Il faut développer l'enseignement et la pratique des analyses de risque. Cela peut d'ailleurs conduire dans certains cas à diminuer les coûts de construction : par exemple*

---

<sup>7</sup> Breyse D., Harouimi R., Melacca V. Buyle-Bodin F., Calgaro J.A., Prat M., « MRGenCI , une stratégie pour maîtriser les risques en génie civil » , *AFGC*, Environnement et Patrimoine, mai 2003.

## CNISF, comité génie civil

*la réglementation française actuelle en matière de protection incendie est, par exemple, en train de s'ouvrir, certes avec prudence, à la notion d'incendie "réel" possible en fonction des caractéristiques d'occupation d'un bâtiment (c'est-à-dire, en simplifiant, du contenu susceptible de brûler), alors que jusqu'à présent on impose des durées minimales de résistance à un incendie standard défini par une norme ISO. Cette notion d'incendie réel semble déjà bien utilisée dans d'autres pays européens.*

- *Chaque maître d'ouvrage ou gestionnaire d'ouvrage de génie civil devrait être tenu d'explicitier l'analyse qu'il a menée des risques et autres conséquences négatives « associées » à l'existence de son ouvrage, ainsi que les mesures qu'il a prises pour les maîtriser.*
- *Il serait souhaitable de définir une liste de référence des types de risques susceptibles d'être « associés » à un ouvrage de génie civil. Une fois la nature des risques identifiée, on applique à chacun d'eux les analyses classiques : fréquence/gravité, et l'exploration des pistes d'actions correspondantes : diminuer la probabilité / diminuer la gravité.*
- *Il existe un vaste champ d'études à promouvoir pour mieux définir les risques et trouver les solutions adéquates. Il s'agit finalement d'élaborer une politique cohérente de prévention).*
- *On ne voit pas très bien quel sens donner aux mots, la prévention relèverait de ce que l'on connaît ou que l'on imagine pouvoir arriver, et la précaution relèverait des risques ou dangers que l'on imagine pouvoir exister.*
- *Expliquer et écouter et ne jamais rien rejeter sans réflexion, ce qui ne veut pas dire tout accepter, mais il n'est pas sûr que d'une discussion trop systématique jaillisse toujours la lumière.*
- *On sait maintenant dans tous les cas quelles sont les règles à respecter pour assurer la sécurité des ouvrages, mais il faut la volonté politique pour que soit mise en place une organisation appropriée de la chaîne conception-réalisation-contrôle pour que cette condition soit remplie.*

En annexe 1, on trouvera un schéma qui énumère les premières lignes de ce que devrait contenir un guide d'études des risques, appliqué au ouvrages de génie civil. Cette analyse est associée à une durée de vie de l'ouvrage, analyse à refaire si l'ouvrage est utilisé au delà de la durée prévue. Il importe d'y distinguer les risques liés aux incertitudes dans la construction des ouvrages et les risques liés aux phénomènes naturels. Il faut se souvenir que l'évaluation des risques contient deux termes la probabilité d'occurrence et les conséquence dommageables de sa réalisation.

Pour les conséquences dommageables on ne sait guère les évaluer qu'avec une valeur financière y compris pour la vie humaine. En conséquence on note que le choix des mesures de prévention est assez difficile, compte tenu des méthodes d'aide à la décision fondées sur des calculs économiques notoirement insuffisants.

### De la spécificité du génie civil

Il nous paraît important d'insister sur certaines spécificités du génie civil qui ressortent déjà de la lecture des réactions des experts consultés. Celles-ci ont été par ailleurs très bien analysées dans les documents cités ci-dessous<sup>8</sup>.

---

<sup>8</sup> *Les grands ouvrages de génie civil*, rapport du CADAS, n°15, mars 1996, 88p, et *Enquête sur l'évolution de nos métiers*, 29 mai 2001, travail collectif du comité d'experts de génie civil du CNISF, 9p.

## CNISF, comité génie civil

On en retiendra les quelques idées suivantes :

Les activités de génie civil ont intégrés tous les apports les plus modernes des disciplines connexes. La démarche trop souvent empirique a été remplacée chaque fois que cela a été possible par une approche fondée sur l'utilisation d'outils très élaborées, et sur les modélisations correspondantes. Le génie civil est d'ailleurs le lieu de confluence des techniques disponibles à une époque donnée. Les historiens parleraient de système technique.

Toutefois le génie civil s'exerce à la fois dans le champ des sciences de la nature, de celle des matériaux et des techniques de la mise en œuvre de ces derniers en ateliers ou sur le chantier.

Les sciences de la nature relèvent de phénomènes et de lois complexes. Si la fabrication et la mise en œuvre des matériaux semblent de mieux en mieux maîtrisées, leur évolution dans le temps compte tenu de la durée de vie des ouvrages de génie civil, de loin parmi les plus longues des produits industriels, posent problème. L'usine du génie civil est en plein air, installation unique pour réaliser un ouvrage unique. Les grands ouvrages de génie civil échappent ensuite à leur auteurs en s'intégrant à leur environnement naturel au point de se fondre en lui. Ils prennent alors une dimension sociale et environnementale souvent imprévue. Ils vieillissent plus ou moins bien, tant au plan physique que en tant qu'objet social, allant jusqu'à la ruine ou au rejet par les utilisateurs pour le pire ou à une intégration parfaite, à l'adaptation à de nouvelles fonctions ou une pérennité sans histoire dans le meilleur des cas .

- *On aurait tendance à dire qu'il s'agit en grande partie d'un problème d'éducation des mentalités collectives qui intègre la notion de durée. La durée vie des ouvrages de génie civil, ponts barrages et autres ouvrages importants est supérieure aux 50 ans pris dans les calculs de rentabilité. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire de tout comprendre pour entreprendre. Nos prédécesseurs ont avancé par approximations successives. Ils ont été prudents (précaution) comme des paysans qu'ils étaient encore pour beaucoup. Ceci ne les a pas empêchés de prendre des risques réfléchis, pour faire ces progrès, mis au défi par la société qui attendait d'eux une solution aux maux dont elle souffrait (malnutrition, épidémie, hygiène insuffisante dans les villes, moyens de transport inexistantes ou mal commodes, etc..). Cette démarche mérite d'être expliquée et justifiée.*

Cet ensemble de contraintes explique la prudence innée de l'ingénieur de génie civil, que reflètent nombre de réflexions rapportées dans ce document.

L'apprentissage de l'ingénieur civil est permanent. Il va au cours de sa carrière se constituer une mémoire et se forger un ensemble de réactions, lui permettant de se doter d'un sixième sens. Ceci explique à la fois son intérêt pour les outils les plus élaborés, et le besoin de revenir à la terre pour ne pas perdre le contact avec le réel.

La pratique de la référence à ce qui a été déjà fait, n'a de valeur que passée au crible de l'analyse critique. Recommencer sans analyse de l'expérience acquise, c'est souvent persister dans l'erreur. La démarche qui combine le progrès par approximations successives appuyées sur l'observation du comportement des ouvrages, n'est certainement pas dans l'air du temps, qui demande des certitudes immédiates. Le doute méthodique porte des fruits mais à terme.

## **DEUXIEME PARTIE**

### **Comment améliorer les méthodes et pratiques**

### Appartient-il au maître d'ouvrage de définir le niveau de risque ?

Contrairement à ce que peut-être l'opinion publique imagine, ce n'est pas le seul ingénieur qui est à l'origine de la démesure (l'ubris des grecs) que certains se plaisent à souligner, des records battus mais le commanditaire, voire la société dont il est un des acteurs qui en exprime les besoins. L'ingénieur essaye la plupart du temps en fonction de ce qu'il sait et de ses incertitudes, de répondre au défi qui lui est lancé par le maître d'ouvrage. C'est le sens des remarques qui suivent qui posent le problème de la définition même de la notion du niveau du risque.

Juridiquement on ne peut tolérer qu'un risque identifié soit accepté sans que des mesures soient prises pour en supprimer ou limiter les conséquences. Plutôt que de risque « acceptable », on peut parler de risque « résiduel ». De toutes les façons, si on maintient l'adjectif acceptable, la définition du « risque accepté » ne peut être que l'affaire de tous et pas seulement des experts<sup>9</sup>.

A l'inverse ne faudrait-il pas se poser la question de ce qui est inacceptable ?

Dans le débat qui en résulte, la connaissance de l'ingénieur combinant connaissance technique et retour d'expérience, constitue la base sur laquelle doit se faire l'élaboration des limites du risque connu et prévisible. Pour éviter une réglementation excessive, il sera peut-être préférable de mettre en place des structures de dialogue, avec les acteurs concernés, afin d'arriver à une solution raisonnable. C'est à l'intérieur de ces structures que le maître de l'ouvrage fera adopter la limite du risque pris en compte, au delà de laquelle devrait jouer la solidarité nationale.

Cet aspect particulièrement intéressant gagnerait à voir participer des acteurs non techniques, capables d'analyser la structure des conflits/des compromis avec recul. Il faudra faire attention aux dérives pouvant découler d'une stratégie de la sécurité calée sur le « prix que l'on est prêt à payer ». Aux Etats-Unis, ce sont les administrations locales qui fixent indirectement le niveau de sécurité sur les ouvrages, en adaptant l'intensité des actions à prendre en compte. De fait les villes « riches » y construisent avec plus de sécurité que les villes « pauvres ». En France, l'égalité de tous les citoyens étant un fondement de la République, les mêmes règles d'intérêt général doivent s'appliquer sur l'ensemble du territoire.

- *Rien n'éliminera tout risque, ni la prévention la plus élaborée, ni les précautions les plus attentives. Par contre le durcissement des règles a au moins deux types de conséquences : le coût financier (appareils et ouvrages plus coûteux et coût du contrôle croissant), et la limitation de l'initiative qui retarde le progrès technique et fait perdre la compétitivité face à la concurrence.*
- *Les eurocodes voient progressivement le jour. Ils sont basées sur le format probabiliste aux états limites qui a pour objectif fondamental la maîtrise des risques, ce qui ne signifie pas leur suppression totale, mais leur écrêtement à un niveau jugé acceptable<sup>10</sup>.*
- *Le maître d'ouvrage doit prendre des décisions explicites, et non plus implicites, sur les objectifs de niveau de service, les hypothèses d'exploitation, le « programme » ajoutons*

---

<sup>9</sup> Breyse D., « Dimensions humaines et sociales de la maîtrise des risques de défaillance d'ouvrages », *Annales du Bâtiment et des Travaux publics*, nov-déc 2003, pp 6-18.

<sup>10</sup> Baguelin F, Sigros B., Derrien P., Kovarik, Legros D. « Applications des eurocodes au projet de construction du 3<sup>ème</sup> quai en Seine à Honfleur », VIII<sup>èmes</sup> journées nationales de génie côtier, Génie civil, Compiègne, 2004.

## CNISF, comité génie civil

*les conditions de sécurité, le comportement en mode dégradé, l'exploitation des données de la surveillance des ouvrages, etc*

- *Les ouvrages sont calculés pour résister à certaines hypothèses de calcul mais on devrait aussi s'intéresser systématiquement à ce qui se passerait si ces hypothèses sont dépassées, c'est à dire aux scénarios de ruine. Par exemple, le déversoir d'un barrage étant calculé pour laisser passer une crue de  $X \text{ m}^3/\text{seconde}$ , on décrira les conséquences sur l'ouvrage et la zone environnante d'une crue supérieure. De même, à propos de coupe-feu d'une certaine durée qui aura permis, peut être, l'évacuation.*
- *Ne pas toujours réparer ou reconstruire à l'identique, comme y poussent trop souvent l'urgence et les assureurs. C'est difficile (par exemple pour un maire de déclarer inconstructible une zone où les maisons de ses concitoyens viennent d'être inondées). Problème à traiter au fond avec les assureurs.*
- *Accepter la responsabilité de mise en sécurité relative. Ainsi d'un ouvrage sécurisé pour la crue centennale, ainsi d'un bâtiment mis en sécurité sismique jusqu'à une certaine intensité sur l'échelle de Richter. Les comportements responsables et transparents en la matière sont rarissimes (par exemple on laisse en totale insécurité des bâtiments anciens pour ne pas assumer la responsabilité d'y avoir fait des travaux de mise en sécurité relative). Ceci pose le difficile problème de la prise en charge des dégradations contre lesquelles on ne s'est pas prémuni, de la position des assurances en la matière et de la situation difficile des experts qui préconisent ce type de solution.*
- *Pour le stade de France, un des aspects essentiels pris en compte lors de la conception a été la facilité d'évacuation et la lutte contre le hooliganisme, l'un et l'autre tout aussi importants du point de vue du risque de perte de vies humaines que la bonne tenue de l'ouvrage.*
- *L'étendue de la zone concernée par l'émission éventuelle d'un gaz toxique par certains sites Seveso peut être importante. Si, compte tenu de la probabilité extrêmement faible de ce type d'accident, il ne serait pas raisonnable d'y interdire toute construction, la « précaution » minimale serait de prévoir dans tous les locaux scolaires situés dans la zone d'influence des locaux isolés de l'extérieur pour accueillir les élèves et les professeurs en attendant l'arrivée des secours. La proposition du CNISF que cette disposition soit rendue obligatoire ne figure pas dans la loi de juillet 2003 ; on ne peut que le regretter.*

En conclusion, il semble qu'il faille absolument distinguer les risques de perte en vies humaines des risques de dégâts matériels. Pour les premiers c'est l'Etat qui doit fixer les règles. Pour les seconds la prise de responsabilité par le maître d'ouvrage, convenablement informé et conseillé, semble plus pertinente, ceci dans le cadre d'un débat démocratique conduit dans des structures appropriées, où les experts ont toute leur place mais dans leur strict domaine de compétence.

### **Un projet doit être appréhendé dans sa totalité**

Les réactions qui suivent ont en commun l'expression du souci de saisir les projets dans leur globalité et de ne rien oublier, voire d'imaginer l'inimaginable, ou du moins de se préparer à réagir face à l'imprévu. Mais la complexité des grands ouvrages requiert la participation d'ingénieurs et d'architectes et d'autres spécialistes ayant à la fois la volonté de travailler ensemble, la pratique du travail en équipe et conscience de la complémentarité de leurs compétences. Ceci ne s'improvise pas.

## CNISF, comité génie civil

- *Une spécialisation trop poussée peut conduire à l'élimination des généralistes, seuls capables de détecter les lacunes ou les failles entre des techniques différentes, mais complémentaires.*
- *La "construction" ne procède plus de l'empirisme. Elle est au contraire fondée sur des connaissances scientifiques et techniques de haut niveau. La conception et la réalisation des ouvrages recourent de plus en plus à des techniques perfectionnées, parfois même très "pointues". Les connaissances scientifiques et techniques des ingénieurs de génie civil ne doivent pas pour autant leur faire oublier le "terrain"<sup>11</sup>.*
- *Les ingénieurs n'ont pas toujours suffisamment conscience de ce que la puissance des logiciels de calcul dissimule trop souvent une vision simpliste du comportement de la matière. Ils ont trop tendance également à penser que le site peut être valablement traduit par un modèle numérique de terrain et une base de données géologiques et géotechniques, en négligeant toute la richesse que peut apporter une visite approfondie du site et un contact physique avec le sol et avec l'environnement de l'ouvrage<sup>12</sup>.*
- *Garder le bon sens de l'ingénieur. J'ai souvenir du pont d'Aurec, dont le calcul électronique à l'effort tranchant avait été fait dans des sections situées à l'aval des ancrages des câbles relevés. La raison des fissurations observées apparaissait au premier coup d'œil pour qui voulait regarder les plans. Je ne suis pas sûr, comme le souligne un autre contributeur que ce bon sens de la matière, ce qui devrait constituer l'art de l'ingénieur, soit maintenant suffisamment enseigné et exercé.*
- *Pour les grands ouvrages, les ouvrages complexes, les ouvrages à risque, il faut impérativement que le projet soit placé sous la responsabilité d'un ingénieur ayant acquis l'expérience concrète nécessaire. Il est essentiel que les maîtres d'ouvrage s'en assurent lorsqu'ils choisissent l'équipe de maîtrise d'oeuvre (avis sur le rapport « architectes-ingénieurs » du comité génie civil<sup>13</sup>)*

Mais s'en tenir à ces remarques, se référant surtout à tout ce qui relève du projet avant son exécution, conduirait à passer à côté de la phase travaux. Or un projet, au sens de l'ouvrage dans sa conception même, n'est vraiment terminé que lorsque son objet a été construit. Cette phase implique une démarche et une organisation ayant pour but de vérifier que les conditions réelles d'exécution, matériaux mis en œuvre, nature et structure de la fondation, sont bien celles prises en compte par le concepteur. Les conditions géologiques en particulier de certains ouvrages sont si complexes et si difficiles à reconnaître que le projet doit être adapté pendant les travaux. Cette méthodologie ne peut et ne doit pas être considérée comme le résultat de l'imprévoyance, bien au contraire. Elle exige des procédures de mesures en cours de travaux, de contrôle qualité avec un personnel, parfaitement qualifié. Elle trouve sa pleine mesure dans la méthode observationnelle<sup>14</sup> dans laquelle la conduite du projet et des travaux intègre complètement la prise en compte de l'incertitude de la connaissance des terrains de fondation.

Ceci renvoie au problème de l'élaboration des projets. Compte tenu de la puissance des services apportés par les ordinateurs, aussi bien en matière de calcul que de stockage et traitement des données, l'ingénieur chargé de la conception d'un ouvrage a tendance à ne travailler que sur une représentation virtuelle des choses. Il ne sent plus le fonctionnement de l'ouvrage, il

---

<sup>11</sup> *Enquête sur l'évolution de nos métiers*, op cité.

<sup>12</sup> *ibid*

<sup>13</sup> *Maîtrise d'œuvre et qualité du cadre de vie, architectes et ingénieurs, le point de vue du CNISF*, travail collectif d'un groupe de travail du comité de génie civil animé par J.C. Parriaud, mai 2004.

<sup>14</sup> *La méthode observationnelle pour le dimensionnement interactif des ouvrages*, sous la direction de D. Allagnat, Presses des Ponts et Chaussées, Paris 2005, 127 p.

## CNISF, comité génie civil

ne « voit » plus le cheminement des forces, et encore moins les sources de faiblesse potentielle des ouvrages.

La production des gros logiciels de calcul n'est d'aucune aide pour comprendre le fonctionnement de l'ouvrage et orienter la conception. On exploite mal les possibilités de la visualisation qui est un premier pas vers le concret.

Il est nécessaire de conduire une réflexion stratégique sur les conditions dont les logiciels de calcul doivent s'intégrer dans le processus de conception des ouvrages.

Il y a enfin, et surtout, à « réapprendre le terrain » aux ingénieurs.

### Le retour d'expérience

C'est le corpus d'expériences accumulées, mais passées au crible de l'analyse qui constitue la matrice dans laquelle s'élaborent les progrès à venir. La collecte des informations exige de l'enthousiasme, de la méthode pour leur classement et leur exploitation, et des structures d'accueil et de diffusion dont la pérennité soient garanties. On retrouve dans les remarques qui suivent, la conscience de la difficulté de mise en œuvre des objectifs sur lesquels s'accorde tout le monde : multiplicité des intervenants, échelle de temps d'action différente des différentes administrations ou organisations.

Ce retour d'expérience peut prendre différentes formes. Ce peut être à partir de l'accumulation d'observations, la définition et classement des différentes pathologies pouvant affecter des ouvrages, et l'analyse de celles-ci en fonction du temps. Le retour d'expérience résulte aussi des rapports d'évaluation des ouvrages. Cette évaluation peut aller jusqu'à la forme provocatrice de «et si c'était à refaire ? », qui peut englober les quasi accidents. On peut regretter que la communication sur les accidents soit difficile sinon impossible à cause de contraintes judiciaires. D'une façon générale l'information ne circule pas assez vite. Tout doit être fait pour améliorer la transmission de la connaissance.

Le retour d'expérience conduit naturellement à la prévention, dont il est un outil essentiel.

- *L'amnésie, ennemi no 1. Pour garder la mémoire, il faut la raisonner pour en faire un retour d'expérience, rien ne sera plus utile pour l'avenir.*
- *L'évaluation est une autre approche du retour d'expérience, elle devrait être systématique et elle est presque toujours oubliée. Elle doit pouvoir utiliser sans passion tous les éléments du dossier. Préconiser la pratique du livre blanc à l'anglo-saxonne. Le secret de l'instruction handicape lourdement la recherche sereine des causes des sinistres, ce qui a souvent pour conséquence de donner priorité à la recherche de responsabilités passées sur la sécurité future.*
- *Faire le bilan des conséquences des cataclysmes naturels sur les ouvrages de génie civil. C'est une tâche très difficile, car elle interférera inévitablement avec les actions contentieuses qui accompagnent ce genre d'événement. Elle pose également un problème de compétence administrative: quelle(s) administration, quel(s) ministères devraient en être chargés? A condition que l'on mette en œuvre les moyens scientifiques nécessaires, ce serait pourtant une opération d'un très haut niveau d'utilité sociale, qui alimenterait les re-*

## CNISF, comité génie civil

*cherches sur la gestion des risques et contribuerait à éviter que ne se renouvellent les graves erreurs constatées périodiquement dans le passé<sup>15</sup>.*

- *Développer la cartographie des événements et des dégâts lors des crises et après, afin d'améliorer les retours d'expérience.*
- *L'AFPS, association française de génie parasismique, est un excellent exemple d'organisation intelligente du retour d'expérience. Créée en 1984 à l'instigation de Haroun Tazieff, secrétaire d'état aux risques majeurs, soutenue par les ministères de l'environnement successifs ainsi que par EDF et COGEMA, l'AFPS a pu réaliser des missions sur place et conduire des analyses très précieuses après chaque grand sinistre survenu dans le monde (El Asnam en 84, San Francisco en 89, Los Angeles en 94, Kobé en 95, la Turquie en 97). La matière qui en est résultée a été le fondement de la norme PS 92 pour le bâtiment et du guide AFPS 92 pour les ouvrages d'art.*
- *Voir le développement sur les inondations en annexe 2*

En complément à la mention du travail de l'AFPS, on rappelle le travail effectué depuis des décennies au plan international par la Commission internationale de grands barrages (CIGB) qui dans ses recommandations dans tout ce qui touche aux barrages, a constitué un état de l'art remis à jour régulièrement tout à fait intéressant.

La complexité des différents types de retour d'expérience<sup>16</sup>, en particulier si on dépasse le cas des seules structures de génie civil, et si on replace ces dernières dans leur environnement, conduit à définir ou distinguer une dizaine de types : phénoménologique, ergonomique, organisationnel intuitif et pragmatique, audit patrimonial, mission flash à chaud (type AFPS), enquêtes judiciaires dont les résultats sont trop tardivement connus, résultats et rapports de commissions d'enquêtes ad hoc, retour d'expérience à caractère économique.

Il y a un travail considérable à faire pour définir les méthodologies, ce à quoi s'emploient plusieurs organismes de recherche. Restera ensuite à savoir où stocker la mémoire constituée et comment s'en servir.

Il faut néanmoins bien distinguer ce qui relève du retour d'expérience qui a un caractère général sur une échelle de temps relativement longue, des données de gestion du patrimoine qui concernent des ouvrages bien déterminés à une échelle de temps qui peut impliquer des interventions à court terme. Il faut donc bien distinguer retour d'expérience et surveillance des ouvrages. Ce second aspect est traité au paragraphe suivant.

## Savoir tirer parti de l'auscultation et du suivi des ouvrages et des sites

Le suivi du comportement des ouvrages associé aux outils de calcul très élaborés disponibles de nos jours permet de tirer les leçons de l'expérience<sup>17</sup> à terme et dans l'immédiat à gérer le patrimoine que constitue l'ensemble des ouvrages. Mais on retrouve le problème précédemment posé de la pérennité des structures de surveillance et de traitement des observations.

---

<sup>15</sup> Bourrelrier PH., Deneufbourg G., Vanssay B. de, *Les catastrophes naturelles, le grand cafouillage*, Osman Eyrolles Santé et Société, Paris, 2000, 262p.

<sup>16</sup> Association Française pour la prévention des risques naturels, Groupe de travail dirigé par Mme de Vanssay

<sup>17</sup> IREX, Auscultation, diagnostic et évaluation des ouvrages, 25-26 nov 2003, conclusions et résumé de J. Berthier, 2004.

voir aussi : Tardieu B., Ozanam O., *Le modèle accompagnateur de projet, conception et suivi des grandes infrastructures*, Revue française de Génie Civil, Vol.1, numéro hors série, Editions HERMES, Paris, 1997, 159p.

## CNISF, comité génie civil

Par auscultation on entend l'ensemble des moyens et méthodes qui permettent de caractériser les phénomènes et mécanismes, mis en jeu sur le site d'implantation des ouvrages et dans les structures des ouvrages eux-mêmes.

Par instrumentation, on entend l'ensemble des matériels qui sont employés pour ausculter un ouvrage et son site.

Mais l'auscultation ne se limite pas au seul emploi de matériel de mesure et aux procédures de leur obtention et à leur traitement. Elle comprend aussi une méthode de veille et d'observation dont l'homme est un acteur, l'œil étant un des meilleurs capteurs dont il dispose et la photographie sa mémoire.

L'auscultation des ouvrages doit être systématisée, afin de pouvoir bénéficier de toute l'expérience accumulée dans ce domaine. Comme pour les barrages lors de la première mise en eau, il faut particulièrement observer les débuts d'exploitation des ouvrages, qui constituent pour certains aspects la première mise à l'épreuve et de toutes les façons le vieillissement normal de tout ouvrage. Par ailleurs certaine conception intègre un risque mesuré dont les conséquences, s'il y a lieu, peuvent être parfaitement corrigées en début d'exploitation. Enfin il faut se pencher sur la mesure des signaux faibles et sur leur évolution annonciatrice de pathologie grave à terme.

Parmi les ouvrages à ausculter, ceux qui reçoivent du public devraient faire l'objet d'un suivi en priorité.

- *Conduire toutes les mesures et observations nécessaires pour raccrocher de mieux en mieux les modèles à la réalité: développer l'instrumentation des ouvrages, pour accumuler des données sur leur comportement effectif; sensibiliser les ingénieurs à l'importance de la détermination in situ des caractéristiques des sols et de celle des performances des ouvrages par des essais de chargement<sup>18</sup>.*
- *Dans les cas de complète ignorance, et ils sont plus nombreux qu'on le pense, redoubler de précautions en essayant d'analyser tous les comportements possibles et mettre en place des systèmes d'observation et d'intervention : on a sans doute pris des précautions surabondantes lorsqu'on a commencé à faire du suivi d'ouvrages d'art, on a ensuite affiné les connaissances*

Le problème le plus important est peut-être celui du choix des organismes en charge des bases de données recueillant les mesures. Ces structures doivent être techniquement solides assurées d'une bonne pérennité, et directement impliquées dans l'exploitation des données relevées sur les ouvrages, pour pouvoir en tirer un bénéfice immédiat. C'est par exemple le cas de grands maîtres d'ouvrages, mais aussi de communautés d'agglomérations pour certaines natures de risques. Une réflexion sur l'ensemble des ouvrages et le niveau correspondant du stockage des données les concernant, est à conduire.

On trouvera en annexe 3 une réflexion sur l'auscultation à partir de l'expérience issue de la surveillance des barrages.

---

<sup>18</sup> Enquête sur l'évolution de nos métiers, op cité

### Du bon usage des normes

Le souci de réglementation répond au besoin de tenir compte de l'expérience passée en la formalisant. Elle donne aussi un langage commun aux ingénieurs sur un territoire le plus large possible. Mais il ne faut pas pour autant mutiler la réalité en la faisant rentrer dans un carcan qui aurait une valeur absolue au mépris de la réalité, par essence complexe.

Une réglementation trop complexe et limitative peut tuer toute innovation. La durée d'élaboration des normes conduit souvent à leur obsolescence, sitôt publiées. Il faut garder présent à l'esprit les raisons qui ont commandé l'élaboration des règlements et fixé les limites de ceux-ci. En particulier ces règlements et codes ne tiennent compte que du possible et du probable suivant l'expérience du passé.

Seule l'expérience enseigne. Comment alors imaginer ce qui n'est jamais arrivé, et néanmoins innover ? Comment tenir compte de l'apport de l'expérience rapidement ? Aussi faut-il insister sur l'importance des « recommandations » établies par les sociétés savantes (AFPS, AF-TES, CIGB, etc...) moins contraignantes mais plus explicatives. Elles évitent une application mécanique de règles ce qui est souvent le cas des normes, comme cela est redouté dans les paragraphes ci-après.

- *Aucun ensemble réglementaire ne pouvant prétendre à l'exhaustivité, les règles correspondantes ne constituent qu'une succession discontinue de garde-fous, dont le nombre donne une impression fallacieuse de sécurité sans supprimer pour autant le risque de passer entre eux par mégarde. En d'autres termes, il n'est nullement évident qu'en voulant aboutir à un ensemble complet, on améliore la sécurité<sup>19</sup>*
- *Le désir de couvrir techniquement trop de cas de détail conduit à des textes tellement compliqués qu'il devient impossible de les assimiler. Ce travers est générateur d'erreurs graves par omission de certaines de ces règles ou de leurs limites de validité (H Mathieu et al)<sup>20</sup>. La manipulation de cette masse d'informations a également pour conséquences une perte de la notion des ordres de grandeur. Pour ne pas perdre le sens critique, il vaut mieux faire d'abord les calculs « à la main » et comprendre le fonctionnement de la structure<sup>21</sup>.*
- *Un des aspects de l'intervention de l'ingénieur, face au risque, est de ne pas se contenter de l'application, sans réflexion, des critères réglementaires ou des données des formulaires. Il est nécessaire que l'ingénieur soit formé pour examiner les éléments du projet avec un esprit d'observation aigu et une certaine méfiance envers les formules toutes faites, les normes et aujourd'hui les logiciels mis sur le marché.*
- *La probabilité de certains risques peut être variable dans le temps, en fonction des cycles climatiques par exemple.*
- *Les effets à prendre en compte évoluent au cours du temps, du fait du réchauffement climatique qu'on nous annonce, du fait aussi de l'évolution de l'utilisation du sol : urbanisation, évolution des pratiques agricoles etc.*
- *Un risque « oublié » peut être déterminant, par exemple le risque d'incendie, illustré par le fait que les protections thermiques des poteaux du WTC ont été inopérantes. A Malpas-*

---

<sup>19</sup> Mathieu H., « Définitions », *Risque et Génie civil*, Colloque Unesco 8-9 nov 2000, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, 2000, pp 39-40.

<sup>20</sup> Mathieu H., Chaussin R., Kovarik J.B., « Risques et réglementations », *Risque et Génie civil*, Colloque UNESCO, 8-9 nov 2000, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, 2000, pp 39-40. et pp 41-55.

<sup>21</sup> Baguelin et al op cité

## CNISF, comité génie civil

*set le risque de sous-pressions n'a pas été pris en compte parce que on ne l'imaginait pas possible suivant les règles de l'art de l'époque.*

- *La question du traitement des ouvrages existants est très particulière et difficile, parce que l'usure du temps a fait évoluer les propriétés des matériaux et qu'il n'est pas aisé de définir leurs nouvelles caractéristiques, mais aussi parce qu'ils ont été conçus et construits en prenant en compte des règlements de calcul considérés actuellement comme inadaptés et des effets qui non seulement ne sont pas conforme aux règlements actuels, mais ne correspondent plus à la situation présente;*
- *Dans les choix essentiels, il faut définir les effets auxquels l'ouvrage doit résister sans dégradations excessives et ceux pour lesquels on se contente d'éviter qu'il y ait des pertes de vies humaines et on admet des dégradations. Cette notion est particulièrement vraie dans le domaine du risque sismique – Norme PS92, guide AFPS92 et maintenant Eurocode 8- mais la portée de ce principe est générale.*
- *En matière de maîtrise des risques, le maître mot est celui de « robustesse des ouvrages », tout élément défaillant doit être relayé et compensé par un autre ; les concepteurs doivent avoir constamment ce principe à l'esprit mais où s'arrêter dans le choix d'éléments dont on prendra en compte la disparition, le jugement reste nécessaire<sup>22</sup>.*
- *L'idée de la "robustesse" des constructions, importante pour le risque sismique, peut être utilisée de façon plus générale, pour faire face à des risques structuraux mêmes non identifiés, ou en tout cas non recensés de façon précise (explosions ou chocs accidentels, ruptures imprévisibles a priori, etc.). Par exemple, dans le projet de norme européenne sur les actions accidentelles sur les ouvrages (une des composantes de l'imposant ensemble des "Eurocodes"), on attire l'attention sur l'intérêt de dispositions structurelles dans l'ossature d'un bâtiment qui permettraient de "tenir le coup" en cas de rupture pour une cause indéterminée d'un élément porteur, de chacun des poteaux par exemple. Un peu à l'image de l'hyperstaticité chère (et néanmoins économique...) à nos concepteurs de ponts, ou encore des attelages et autres chaînages si utiles vis-à-vis du risque sismique.*

## Conserver le sens du raisonnable et du relatif

Cet objectif redonne toute son autonomie et sa responsabilité à l'ingénieur. Dans cet esprit, on rappelle que même l'immobilité de l'univers de la géologie n'est qu'apparente. Les tremblements de terre en sont le rappel périodique. Tout n'est qu'une question d'échelle. L'incompréhension entre acteurs sociaux vient souvent du fait qu'ils ne se réfèrent pas à la même échelle, quand ils s'opposent sur la façon de traiter un problème. Ceci permet d'insister à nouveau sur la nécessité de la mise en place de structures de dialogues évoquées précédemment, avec de sages experts.

- *On a ainsi tendance à attribuer à la nature un caractère de pérennité et d'immuabilité contredit par toutes les données scientifiques et même historiques. Les composants physiques, végétaux, animaux de la nature évoluent au gré des changements physiques, climatiques qui affectent et ont affecté de manière continue et discontinue notre planète.<sup>23</sup>*
- *Comparer le risque aux autres risques de l'environnement ambiant. Exemple le vent peut détruire le Pont de Normandie mais il faut un ouragan tel qu'une bonne partie de l'agglomération havraise sera détruite avant. Par ailleurs, et cela a été vérifié, l'effet du*

---

<sup>22</sup> Mathieu H., Chaussin R., Kovarik J.B., « Risques et réglementations », *Risque et Génie civil*, op cité, Annexe l'exigence de robustesse des structures pp 53-55.

<sup>23</sup> Panet M., « Avis sur la Charte de l'Environnement », audition publique du 10 avril 2003, devant l'office parlementaire des choix scientifique et techniques.

## **CNISF, comité génie civil**

*Pont. de Normandie sur l'évolution de l'estuaire est bien plus faible que celle de la canalisation de la Seine.*

- *Les actions de prévention-précaution sont donc des plus utiles et doivent être poursuivies, mais pas à n'importe quel prix et sans un examen préalable et approfondi des effets pervers possibles et des conséquences économiques qui seraient disproportionnées avec le but poursuivi.*

*On citera deux exemple typiques à cet égard, celui du décret du 9 septembre 2004 pris en application de la loi du 2 juillet 2003 concernant la sécurité dans les ascenseurs (cf annexe3) et celui de la Directive européenne visant à l'élimination des canalisations en plomb dans les réseaux d'eau potable, beaucoup trop contraignante en termes de délais compte tenu de l'importance des dépenses à engager.*

La définition de solutions raisonnables passe par la recherche de réponses proportionnées aux risques envisagés. Cette approche rationnelle implique l'obligation d'estimer le coût des risques encourus avec les outils traditionnels de calcul de rentabilité y compris en donnant une valeur économique à la vie humaine, fût-elle irréductible dans son essence à quoi que ce soit. Cette démarche difficile est nécessaire. L'inadaptation de certains outils économiques exige qu'une démarche d'uniformisation soit entreprise afin de mieux guider ceux qui sont en charge d'étudier les décisions à prendre et de les proposer avec tous les attendus nécessaires.

### **Priorité absolue à la sécurisation des bâtiments et équipements nécessaires pour les secours**

Il s'agit de prévoir le pire, et donc de s'assurer des moyens nécessaire de réaction lors des catastrophes, pour protéger les vies humaines. En particulier la conjonction du risque industriel et du risque naturel sur les ouvrages de génie civil, exige une sécurisation d'un type particulier. Le risque industriel est différent du risque naturel car moins maîtrisable. Le contrôle des bâtiments est insuffisant dans certains cas. Tous les acteurs concernés doivent partager une culture du risque qui reste à développer, en pratiquant une vigilance raisonnable.

- *Face à des événements dont la probabilité d'occurrence est très faible, mais dont les conséquences peuvent être très graves, une bonne organisation de la sécurité civile est tout à fait essentielle et doit avoir pour les pouvoirs publics un haut niveau de priorité. Les aspects à examiner sont très nombreux et doivent l'être de façon très méthodique.-*
- *La caserne de gendarmerie et la caserne des pompiers de Sommières, inaugurée en 2002, étaient en zone inondable et ont été sérieusement endommagées par les crues de la même année.*
- *Créer des réseaux (voies et équipements essentiels) entièrement sécurisés face à certaines catégories de risques. Vérifier par exemple que les ponts essentiels de chaque ville, étaient capables de résister aux inondations, aux séismes etc.*
- *Pour le risque sismique, priorité à la sécurisation des bâtiments et itinéraires indispensables en cas de sinistre.*

### **Faire preuve d'imagination, tout en étant prudent, base de l'innovation**

La précaution ne doit pas exclure l'imagination qui est à l'origine de bien des innovations. On rappelle que l'innovation peut être définie comme l'industrialisation de l'invention. N'y aurait-il pas des propositions à faire pour conserver un espace à l'innovation ? La méthodologie de validation en fonction de l'expérience des actions concertées, peut servir d'exemple. Il faut

## CNISF, comité génie civil

rappeler que tout ouvrage de génie civil est un prototype, voire un monotype car il ne sera jamais répété à l'identique. La complexité croissante des normes peut par ailleurs conduire au blocage de l'innovation. Il faudrait dans ce contexte instituer des processus d'agrément des nouveaux systèmes et pas forcément pour les ouvrages exceptionnels.

Plusieurs domaines sont concernés. L'utilisation du sous-sol dans notre monde urbanisé ou pour améliorer la sécurité n'est qu'un exemple.

Une des principales objections contre l'inscription du principe de Précaution dans la Constitution venait de ceux qui craignaient qu'elle stérilise l'innovation.

## TROISIEME PARTIE Risques naturels, risques induits

Il est vrai que dans le domaine du génie civil comme dans d'autres domaines industriels, notre activité (création d'infrastructures de transport, de réseau d'alimentation en eau et d'assainissement, de système d'irrigation, de système de production d'énergie, etc...), est peut-être à l'origine de risques induits, barrages retenant des masses d'eau qui peuvent être dévastatrices, urbanisation galopante dont l'extension mal coordonnée expose des populations à divers risques, transport de matières dangereuses, etc... Les remèdes comme le montrent les réflexions qui suivent, existent. Encore faut-il avoir conscience de leur nécessité, et disposer des structures d'analyse et de décision qui permettent de les mettre en œuvre, sans attendre l'accident, ou la catastrophe.

### Inondations

A la suite des inondations de ces dernières années beaucoup des propositions qui suivent sont dépassées par suite des mesures prises par le MEED.

- *Les structures administratives, les outils techniques pour contrôler les barrages, limiter les effets des inondations existent, renouant pour certains avec de très vieilles pratiques, souvent mis en place ou développés après des accidents. Des progrès restent à faire dans le fonctionnement des structures et la mise en œuvre des outils disponibles. Quant à la mémoire, le CEMAGREF a réédité une monumentale monographie sur les inondations en France du VI<sup>ème</sup> siècle à 1856, établie en 1858 par M. Champion en 6 tomes et 3.000 pages<sup>24</sup>.*
- *Il « s'agit de briser la crue, de réduire sa valeur extrême, de ralentir le rythme d'écoulement des eaux menaçant des zones urbanisées » que « la construction d'ouvrages de régulation des débits trouve un cadre juridique » (MEDD, présentation de la loi de juillet 2003).*
- *Favoriser la construction de petits barrages écologiques, qui pourraient être aménagés en zone de loisir l'été, à l'exemple du lac de la Pierre percée près de Lunéville, des lacs du Jura et même du lac de Saint-Quentin en Yvelines, ce qui implique une coordination de l'aménagement du territoire. Mettre en place une autorité de gestion pour maintenir une capacité de régulation.*
- *Comme l'a montré l'étude de Martine Guitou « Ruissellement et risques majeurs » publiée en 1998 par les laboratoires des ponts et chaussées, les murs de pierre sèche qui entou-*

---

<sup>24</sup> Dunglas J., « Précautions et préventions en matière de génie civil, cas des inondations », contribution à l'enquête CNISF, prévention précaution dans le génie civil, 25 octobre 2003.

## CNISF, comité génie civil

*rent les parcelles retiennent l'eau tout en la laissant filtrer et jouent un rôle important pour diminuer les effets des inondations. Un programme européen de la pierre sèche a été mis en place. Il conviendrait de les répertorier et de dégager les moyens nécessaires pour assurer leur conservation. Ces murs ont par ailleurs un fort impact sur la qualité des paysages.*

- *Il ne faut plus faire de barrages contre les inondations paraît-il. Pour s'arrêter, encore aurait-il fallu commencer. Sur 594 grands barrages (hauteur au dessus des fondations de plus de 15 m), existant en France en 2000, 32 (5,4%) seulement ont une finalité de contrôle des crues, qui coexiste avec d'autres finalités. Les barrages construits pour n'agir que contre les crues, sont au nombre de 9 soit 1,5%. Parmi ces derniers, on notera les barrages à pertuis ouverts essentiellement réalisés dans le département du Gard et qui ont démontré encore tout récemment leur efficacité. Il aurait fallu en faire plus. Mais le programme établi dans les années 1970 a tourné court. Pourtant l'exemple venait de loin : le barrage à pertuis ouvert du Pinay maintenant noyé dans la retenue de Villerest sur la Loire, avait été construit en 1711, avec deux autres barrages identiques. Passablement abîmé par les populations avoisinantes, qui y voyaient une carrière, il fut remis en état après la crue de 1846, et sauva de la destruction la ville de Roanne en 1856, en retenant 110 millions de mètres cubes pendant plusieurs heures ce qui permit d'éviter une aggravation de la hauteur de la crue de 0,60m. L'avantage du barrage à pertuis ouvert ou « barrage sec » est de n'hypothéquer l'exploitation de la terre que pour une récolte au passage de la crue. C'est ce que certains proposent de faire en utilisant remblais routiers et de chemin de fer pour créer des zones de retenues, tout en refusant les barrages, ce qui manque quelque peu de logique.*
- *En fait stocker les crues au moyen d'un barrage est une entreprise trop aléatoire (quelle probabilité choisir ?) toujours insuffisante au regard d'une protection dont on relève sans cesse le niveau. Son coût est celui d'une assurance que la société accepte rarement de payer. La protection principale mise en œuvre dans le monde entier depuis toujours a consisté à endiguer les fleuves (en France la Loire principalement, mais aussi l'Isère, le Rhône, et ailleurs pour les plus fameux le fleuve Jaune, mais beaucoup d'autres), et à ménager des sorties pour que les crues s'atténuent dans des champs d'inondations. Mais il ne faut pas oublier d'entretenir digues et déversoirs, et n'installer dans les zones inondables que des structures légères dont la perte n'est pas économiquement significative. Mais ceci est encore une question de transmission de mémoire, et de volonté politique d'entretenir cette infrastructure, et de contenir l'urbanisation dans des zones bien délimitées.*

## Séismes et Grands Glissements

- *Développer les recherches sur la vulnérabilité des constructions existantes vis à vis des séismes.*
- *Dans les choix essentiels, il faut définir les séismes auxquels l'ouvrage doit pouvoir résister sans dégradations excessives et ceux pour lesquels on se contente d'éviter qu'il y ait des pertes de vies humaines. Cette notion est admise au niveau international ; elle est à la base de la norme PS92, du guide AFPS92 et maintenant de l'eurocode 8.)*
- *Pour les ponts routiers, le seul fait d'éviter l'effondrement suffit généralement à se prémunir contre toute perte de vies humaines, il n'en est pas de même pour les ponts ferroviaires pour lesquels des déformations modestes de la voies peuvent suffire à causer le déraillement d'un train rapide, avec des conséquences catastrophiques.*

## CNISF, comité génie civil

- *La préservation des écoles et édifices où s'entasse le public est tout à fait essentielle. A Kobé, 85% des écoles ont été endommagées. Depuis, un programme de sécurisation semble avoir été mis en place.*
- *Les Antilles sont susceptibles d'être soumises à des séismes de très forte intensité. Dans l'état actuel du bâti antillais, un tel séisme majeur serait catastrophique et entraînerait des milliers de victimes. Le rapport souligne que même les bâtiments indispensables en situation post accidentelle, à une ou deux exceptions près, ne respectent pas les normes parasismiques<sup>25</sup>.*
- *Pour l'hexagone, l'opinion des experts est que le tissu existant de maisons traditionnelles devrait plutôt bien résister aux niveaux de séisme envisageables. Aux Antilles par contre, une large partie de l'habitat doit être considéré comme à risque. Il serait irréaliste de penser les mettre en conformité avec des normes assurant leur intégrité en cas de séisme. Au mieux, pourraient être envisagées des mesures permettant d'épargner les vies humaines en acceptant des dégâts matériels éventuels. Ceci pose cependant un gros problème pour les experts qui auront conçus les protections et qui pourraient se voir tenus comme responsables des dégâts.*
- *Pour l'hexagone les actions suivantes sont prioritaires :*
  - . *Inventorier, expertiser et mettre aux normes adaptées à la zone considérée tous les bâtiments qui contribuent aux actions de sécurités civiles : hôpitaux, locaux de pompiers, centraux téléphoniques etc.*
  - . *Sécuriser les voies routières qui permettent l'accès des secours et l'évacuation de blessés, y compris contre la chute des immeubles qui les bordent.*
  - . *Sécuriser les ouvrages d'art situés sur des itinéraires essentiels à la vie économique du pays, ainsi que les éléments environnementaux qui la conditionnent .**Le mouvement est amorcé, mais très timidement. Il semble concerner des mesures ponctuelles et sectorielles alors qu'un plan d'action global et cohérent serait nécessaire.*

La mise en place de structures adaptées, ouvertes et permanentes, qui permettent avec les conseils requis, de suivre les phénomènes, de garder les données, d'informer les différents acteurs, permet de résoudre au mieux les difficultés, en proposant des solutions clairement justifiées. La ville de Lyon donne un excellent exemple pour la façon dont ont été réglé des glissements à Fourvière.<sup>26</sup>

- *Développer les recherches sur l'évolution des grands glissements naturels et en déduire une méthodologie de détermination des seuils d'alerte*
- *La sismicité peut être un facteur de déclenchement des grands glissements ; des régions comme celle de Menton méritent à cet égard une attention particulière.*

## QUATRIEME PARTIE Formation et communication

---

<sup>25</sup> *La prise en compte du risque parasismique aux Antilles, l'exemple de la Martinique, Rapport de l'Inspection générale de l'Environnement, 29 août 2001 et résumé du 5 février 2002*

<sup>26</sup> Emeriault F., Vinet L., « Accidents et conduite de prévention, dans le domaine des mouvements de terrain en site urbain : le cas de la ville de Lyon », *Annales du Bâtiment et des Travaux publics*, octobre 2003, pp25-39.

### La formation des ingénieurs

Prenant acte de l'évolution des métiers du génie civil<sup>27</sup>, les rédacteurs du rapport du CNISF déjà cité avaient examiné quelles devaient être les composantes de la formation des ingénieurs en tenant compte des conditions résultant de l'application du principe de précaution. On ne reviendra pas sur ces recommandations.

Les préoccupations des experts du comité génie civil du CNISF, se rapportant à la formation des ingénieurs font écho à des sujets traités précédemment, étude des risques, problème posé lors de la formation technique par les outils informatiques :

- *De même que l'analyse des risques financiers est devenu un véritable corps de spécialité pour les économistes, il serait hautement souhaitable de faire émerger un corps de spécialité sur les risques liés aux ouvrages de génie civil. Ils trouveront sans aucun doute très facilement à se placer dans les entreprises, les bureaux d'étude, les cabinets d'experts, les laboratoires de recherche.*<sup>28</sup>
- *Il est essentiel de donner aux étudiants les notions de base du métier de l'ingénieur et de faire attention à ne pas privilégier automatiquement les outils informatiques, dont l'intérêt est considérable, mais qui peuvent masquer des réalités concrètes très difficiles à intégrer dans les logiciels.*
- *Développer les expertises de risque dans les collectivités territoriales et former des « risk managers » en nombre suffisant suivant ce qu'a commencé à faire l'Institut des syndiniques.*

Nous y ajouterons en insistant ultérieurement sur son importance, une formation à la communication, sans oublier une formation juridique. Le GIS MR-GenCI a prévu des actions pour promouvoir des enseignements dans ces deux domaines. On peut craindre un manque d'intérêt des étudiants dans ces matières dont ils ne commencent à percevoir toute l'importance qu'à l'occasion de stages en entreprise. Le choix de l'enseignant, en fonction de son origine et son professionnalisme, devrait faire l'objet d'une attention particulière.

Les écoles d'ingénieurs les plus anciennes eurent recours dès l'origine pour une grande part de leurs enseignants à des praticiens, qui firent le pont entre le monde académique et le monde industriel. Cette pratique a présenté pour la préparation à la vie industrielle des avantages évidents allant depuis le développement de la motivation à se former à des disciplines nouvelles, l'utilisation des connaissances dans un monde commandé par l'efficacité, jusqu'à une information sur le marché de l'emploi.

### La communication des ingénieurs avec le grand public et le problème de la peur de la technique

- *En matière de risques, les politiques publiques évitent difficilement les biais qu'impose l'opinion publique. Celle-ci réagit de façon très différente suivant le type de catastrophe à laquelle elle est confrontée et met très peu en relation les gains en vie humaine avec les coûts correspondants. Il serait instructif de faire le calcul du coût constaté d'un mort éco-*

---

<sup>27</sup> Enquête sur l'évolution de nos métiers, op cité, p 8.

<sup>28</sup> Ibid, p5.

## CNISF, comité génie civil

*nomisé dans différents secteurs, mais peu probable qu'on puisse en tirer beaucoup de conclusions concrètes.*

Nous extrayons du document « La responsabilité civile et pénale des ingénieurs, évolutions récentes »<sup>29</sup> le paragraphe suivant :

- *Le droit, et notamment le droit de la responsabilité, est une matière vivante qui évolue avec les transformations de la société. Depuis une quinzaine d'années cette évolution s'est faite sous la pression conjuguée de deux facteurs :*
  - *l'opinion publique, qui admet de plus en plus difficilement qu'un accident puisse se produire sans que soit démontrée la culpabilité d'un responsable, assortie d'une sanction, et qui exige la réparation pécuniaire systématique de tout dommage,*
  - *le progrès technique qui multiplie les occasions d'exposition à un risque. On ne peut le nier, mais combien d'autres facteurs de risque ont été dans le même temps combattus et éliminés par ce même progrès ? Des philosophes (Ulrich Beck notamment<sup>30</sup>) ont évoqué, non sans un certain sens de la provocation, l'apparition d'une " Société du risque ". On a peine à croire qu'il puisse s'agir d'une société où la longévité de l'existence humaine a doublé, où les besoins matériels élémentaires sont satisfaits et le superflu largement répandu. Au moins dans les sociétés avancées, jamais les hommes n'ont été aussi bien protégés contre les risques de la vie. Il est vrai que la **perception** du risque est devenue plus vive, mais il est erroné de croire que la **réalité** du risque a augmenté.*

Il semble que cette situation doive être prise en compte par les ingénieurs. Il importe peu que la perception du risque paraisse aux ingénieurs exagérée. C'est un fait social que les sociologues étudient comme tel, et qui évidemment concerne les hommes politiques en tout premier, ce que l'on retrouve en filigrane de la note de la commission européenne<sup>31</sup>.

Se développe à notre époque une attitude sociale de défiance à l'égard de la science, et de ses applications à travers la technologie. Les intellectuels eux-mêmes, qui furent historiquement les porte-drapeau d'une conception du progrès fondée sur la science et la rationalisation, critiquent volontiers à présent une évolution qui leur semble échapper à tout contrôle, en s'égarant parfois dans le développement d'objets ou de prestations futiles, voire franchement problématiques, ou en voulant ignorer les conséquences négatives possibles de certaines innovations. Ils n'hésitent plus guère à relayer les acteurs sociaux dans leur mise en question de l'expertise des élites techniques, dont la crédibilité s'est trouvée ainsi parfois prise en défaut. Ce faisant, ils contribuent au sentiment que le concept de rationalité semble perdre de sa substance. Malgré les énormes progrès obtenus dans le sens d'une industrie plus respectueuse de l'environnement, des risques avérés ou latents subsistent, qui alimentent cette inquiétude sociale.

Les ingénieurs ont un discours à tenir en réponse à cette analyse et cette situation<sup>32</sup>. Pour être à même de le tenir avec pertinence, ils doivent commencer par apprendre à écouter, et à dis-

---

<sup>29</sup> *La responsabilité civile et pénale des ingénieurs, évolutions récentes*, CNISF, Groupe de Travail animé par P. Lemoine, janvier 2002, 11p.

<sup>30</sup> Beck U., *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité*, Alto Aubier, Paris, 2001, 522p.

<sup>31</sup> "Communication de la Commission sur le principe de précaution" op cité.

<sup>32</sup> Parriaud J.C. " Pour une prise de parole de l'ingénieur", *ID*, n°78, mai 2001.

## CNISF, comité génie civil

cerner la nature des inquiétudes qui s'expriment. Il leur faudra ensuite construire leurs réponses en évitant de se fier à leur propre jugement quant à savoir lesquelles de ces inquiétudes sont importantes et fondées et lesquelles ne le sont pas. Il leur faudra enfin être « communicants » s'ils veulent être entendus. Ils sont mal préparés à tout cela, et la nature des propos qui leur vient spontanément à la bouche ne correspond guère à l'attente du grand public. Mais ils ne peuvent pas se taire. Leur éducation et les pratiques de la société française ne les ont guère non plus éduqués à expliquer ce qu'ils font, à un public qui n'a pas les mêmes repères qu'eux. Mais on doit par respect des comptes à ce public, d'autant plus que l'activité des ingénieurs se fait à son bénéfice et en réponse à sa propre demande, même s'il n'en a pas conscience.

Ce discours doit tenir compte de l'apport des sociologues qui ont montré que l'objectivité des sciences dures n'est pas exempte de l'influence des données culturelles et sociales. Les ingénieurs doivent prendre conscience de la complexité de la société, pour mieux exprimer de leur côté la complexité du monde tel qu'ils le perçoivent.

C'est dans une recherche de dialogue en vue non d'arriver à un consensus mou, mais de pouvoir prendre une décision après l'écoute des parties concernées et en expliquant celle qui est retenue, qu'a été instituée la Commission de débat public<sup>33</sup>, d'abord par la circulaire Bianco (1992), la loi Barnier (1995) et le ministère de l'Environnement (1996). Ces pratiques qui doivent dépasser le seul appareil de l'Etat, restent encore à développer.

Aux Pays-Bas<sup>34</sup>, l'expérience acquise pourrait servir à établir une démocratie participative qui respecte l'expertise technique. Son originalité tient à la pluralité des options qui sont discutées en comparant leurs impacts. Pour éviter le règne de l'opinion qui devient une tyrannie, la froideur raisonnée des experts qui n'arrivent plus à convaincre, ou l'influence des prophètes de malheur, il doit être possible de trouver un moyen terme entre l'expertise technique et la délibération<sup>35</sup>, pour arriver à une décision. Mais ceci implique une éducation collective dont celle des ingénieurs dans l'art de l'écoute et de la formulation de leur savoir, dont nous venons de souligner la nécessité. Des exemples de dialogue entre population, via les associations et les corps techniques, conduisant à des modifications techniques et à une meilleure compréhension des phénomènes peuvent être cités<sup>36</sup>.

Dans ce souci d'aider les ingénieurs à se faire mieux comprendre, on peut proposer suivant les propositions<sup>37</sup> dont nous citons ci-dessous des extraits :

- *Eduquer et informer en insistant non seulement sur les phénomènes mais aussi en indiquant les mesures de protection correspondantes (y compris en évitant d'y être exposé comme pour les constructions en zones inondables !). A cet égard les nouvelles disposi-*

---

<sup>33</sup> "Débats publics et projets d'infrastructure", *Annales des Ponts et Chaussées*, Nouvelle série, n° 92, dec 99, 72p.

<sup>34</sup> *Aménagement de l'espace et gestion des risques aux Pays-Bas*, J.R. Barthélémy, P. Blancher, C. Marris, Centre de prospective et de veille scientifique, DRAST, Ministère de l'Équipement des Transports et du Logement, n°46, octobre 98, 50 p. Voir aussi " Débat public sur les infrastructures aux Pays-bas", *Annales des Ponts et Chaussées*, Nouvelle série, n° 92, dec 99, pp58-63.

<sup>35</sup> Godard O., Henry C. Lagadec P., Michel Kerjan E. *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, Paris, 2003, pp192-196.

<sup>36</sup> Association « Vivre au bord de l'eau », à Longueil Annel dans l'Oise, voir AFPCN, compte rendu de la réunion du 3 mars 2004.

<sup>37</sup> Quatre M., Contribution à l'enquête prévention –précaution du comité d'experts génie civil du CNSIF, 25janvier 2004

## CNISF, comité génie civil

*tions de l'alerte Météo en France sont un progrès indéniable. Mais beaucoup reste à faire pour les autres risques.*

- *Pourquoi ne pas en faire une obligation d'enseignement à l'école comme récemment décidé pour la sécurité routière où cette obligation a attendu 20 ans avant d'être décidée ?*
- *Mieux représenter et faire comprendre les phénomènes extrêmes y compris par les décideurs politiques. Pour être complet cette compréhension doit aussi toucher les particuliers et le rôle des médias est capital, grands et petits, ainsi que celui des associations.*

Dans une certaine mesure, il faut que nos contemporains qui ont perdu leurs racines paysannes, se réapproprient leur territoire en (ré)apprenant la géographie physique de celui-ci.

Toutes ces propositions ne sont pas de même nature et ne se situent pas à la même échelle de temps, et d'espace. Elles relèvent de la connaissance la plus directe de notre environnement physique, mais aussi de l'environnement social, et du regard souvent critique au plan philosophique de certains de nos contemporains sur l'aventure de la société moderne<sup>38</sup>. Car l'action de l'ingénieur s'exerce à plusieurs niveaux suivant son activité professionnelle. Il se doit d'être le mieux informé possible sur le monde qui l'entoure et d'éduquer son jugement pour permettre à ses compétences professionnelles de s'exercer à la fois avec l'efficacité la plus grande tant dans le domaine de son expertise qu'auprès de ceux au bénéfice desquels il travaille.

---

<sup>38</sup> Juffé M. "L'action publique face au risque", Introduction au colloque organisé pour les 200 ans du Conseil général des Ponts et Chaussées, 23-24 septembre à l'ENTPE, Lyon 2004.

## ANNEXES

### 1. GRILLE D'ANALYSE DE RISQUES PROPOSEE PAR UN DES EXPERTS

**I – Risques ayant pour origine les caractéristiques spécifiques congénitales de l'ouvrage indépendamment des particularités spécifiques de son utilisation.**

*Risques de conception*

*Risques d'exécution*

***La nature de ces risques est elle-même d'ordre***

*mécanique*

*chimique ou bio-chimique*

*géologique*

*industriels (risques induits par la mise en œuvre des opérations techniques elles mêmes, ce qui inclut les risques "chantiers"*

***Ils sont susceptibles d'affecter***

*l'environnement (naturel, technique et humain) de l'ouvrage*

*les constructeurs*

*les usagers de l'ouvrage (lorsqu'il y en a)*

*le personnel d'exploitation de l'ouvrage*

**II - Risques ayant pour origine les règles de gestion et d'exploitation de l'ouvrage.**

*(Il s'agit ici a priori avant tout de défauts de cohérence dans le système conception-gestion-exploitation.)*

*Ce type de problème devrait principalement se manifester en termes de mécanique (exploitation et/ou gestion engendrant des actions sur l'ouvrage non pris en compte lors de la conception); mais cela peut se manifester sur d'autres registres.*

*Donc s'applique a priori de la même façon la grille à six cases que ci-dessus.*

**III - Risques liés aux actions sur l'ouvrage exercées par son environnement.**

*Il s'agit ici essentiellement de risques naturels (séismes, inondations, ouragans et cyclones, raz de marées, glissements de terrains, chutes de pierres ou de blocs, avalanches de neige ou de glace). Mais il y a aussi les risques chimiques. Il s'y ajoute des risques moins violents tels que ceux liés aux mouvements lents du sol (retrait-dessiccation). Il ne faut pas oublier les risques anthropiques imprévus ou sous estimés, choc vibrations, effet du trafic, effet des constructions voisines.*

*Une fois la nature des risques identifiée, on applique à chacun d'eux les analyses classiques : fréquence/gravité, et l'exploration des pistes d'actions correspondantes : diminuer la probabilité / diminuer la gravité.*

***L'analyse de la gravité peut elle-même conduire à distinguer :***

*Les dommages humains directs*

*L'impact sur le fonctionnement de base des services publics et notamment des services de secours.*

*Les autres dommages.*

### **2. MEMOIRE ET INONDATIONS**

*Les peuples ont la mémoire courte. Tout le problème est de garder présent dans la mémoire collective, le souvenir des zones inondées, et autres traces du passage dévastateur des eaux, ainsi que les leçons qui en ont été tirées pour prévenir (prévention) des dommages ultérieurs. Mais quand il s'agit d'évènements ayant des périodes de retour de 50 ans voire plus, il faut assurer une transmission d'une génération à une autre. La tradition orale dans nos pays n'est plus guère efficace (le père de mon père disait...), ce qui n'est pas le cas dans les pays du Sud, dans lesquels il faut toujours aller voir les anciens si on veut comprendre un milieu géographique et culturel donné.*

*Chez nous, ce n'est pas la consignation des faits qui fait défaut. Les corps techniques ont fait leur travail. Nous n'en voulons qu'un exemple si on se réfère aux inondations de 1856. Le relevé des champs d'inondation du Rhône par exemple, entre autres documents déposés aux Archives nationales en témoigne. Ceci n'est qu'un tout petit exemple parmi d'autres. La CNR sait d'ailleurs très bien où trouver ces informations.*

*Les Annales des Ponts et Chaussées (publiées à partir de 1830) ont publiés de très nombreux articles extrêmement bien documentés sur les débordements de nos belles rivières, la Loire dès les années 1830, puis dans les années 1840, et évidemment tous les grands bassins en 1856, date de la création des services spéciaux des inondations. Quant au Gard, champion toute catégorie des débordements, et autres rivières de la région, les comptes rendus circonstanciés des catastrophes dues aux inondations abondent.*

### **3. SUR L'AUSCULTATION DES OUVRAGES**

*André Coyne disait que lorsque qu'on ne pouvait pas calculer, il fallait mesurer. C'était le sens de sa démarche à Marèges en 1932, lorsqu'il mit 74 témoins sonores dans la voûte. De nos jours d'ailleurs, l'un, le calcul, ne va pas sans l'autre, la mesure. Le seul calcul ne suffit pas à justifier un projet.*

*Dans le cadre de la prévention des risques (donc imaginables) que peuvent entraîner la détérioration des grands ouvrages de génie civil, et de celle de prévoir l'inimaginable (précaution), les pratiques et techniques mises en œuvre par l'auscultation sont, semble-t-il une arme tout à fait efficace.*

*Depuis plus d'un demi-siècle, l'auscultation des ouvrages de génie civil s'est peu à peu constituée ainsi en une approche systématique du comportement des ouvrages. Elle est à l'origine de progrès importants dans la connaissance de phénomènes physiques qui se développent dans les structures. C'est une démarche très analogue à celle du médecin qui associe l'observation visuelle, la mesure périodique de grandeurs physiques au moyen d'appareils (on parlera alors, d'instrumentation), l'analyse des résultats, leur traitement éventuel et l'analyse en retour avec l'emploi de calculs directs de l'ouvrage au moyen d'un modèle mathématique recalé grâce aux mesures.*

*Si l'auscultation des ouvrages de génie civil, s'est développée d'abord dans les barrages, c'est bien parce que ces ouvrages présentaient des dangers qu'il fallait absolument maîtriser. L'histoire est d'ailleurs malheureusement là pour le prouver. Mais par la suite, les ingénieurs ont cherché à comprendre toujours plus, afin de prévenir le danger à partir des moindres frémissements, symptômes annonciateurs d'une pathologie. Les pouvoirs publics ont mis en place la législation qui permet la constitution et la transmission de la mémoire de ces ouvrages.*

*Mais l'auscultation est bien plus qu'une technique au service de la seule sécurité. Dans la mesure où il faut suivre des ouvrages pendant des décennies (EDF dispose par exemple de*

## **CNISF, comité génie civil**

*mesures continues sur le barrage de Castillon depuis environ 1947 soit sur 56 ans, et stocke quelques 19 millions de lectures sur 53.000 points de mesure dans quelques 200 ouvrages), l'auscultation permet de suivre « la santé » de l'ouvrage au mieux et ainsi gérer dans les meilleures conditions, entretien, réparation, et à la fin la date de mise hors service. L'auscultation devient ainsi un outil de gestion du patrimoine de l'infrastructure du pays. Ce qui vient d'être dit s'applique aussi aux sites difficiles, à surveiller, ou à éviter. Dans ce dernier cas, l'auscultation peut servir à étayer un jugement qui conduit à éloigner de l'endroit, toute construction et activité (glissement de Séchilienne).*

*On dispose actuellement d'un arsenal d'appareils, de méthodes, procédures, d'expérience qui autorise à dire qu'il n'y a pas de problème technique. Mais il est certain que des progrès sont encore à faire dans l'exploitation des connaissances ainsi accumulées, et en particulier dans la transmission des conclusions afin de faire école. Il faut reconnaître que l'auscultation des ouvrages est par bien des cotés une activité qui requiert beaucoup d'abnégation de la part de ceux qui s'y livrent. C'est un travail de moines qui consiste à accumuler pendant des années des informations, à les traiter afin d'entretenir les ouvrages afin que rien de grave ne se passe. Il demande des ingénieurs très qualifiés, qui vont devenir dans un pays comme le notre, ou on ne construit plus de barrages, les dépositaires du savoir sur les barrages. La satisfaction de savoir souvent ne suffit pas. D'autant plus que cette activité lorsqu'elle est bien menée, coûte cher, moins en investissement initial qu'en exploitation des données. Les maîtres d'ouvrage s'y résignent difficilement. Enfin, cette activité ne génère que des économies difficilement chiffrables, et souvent à long terme. A priori, il est impossible de financer des investissements sur des économies à venir.*

*Dans ce domaine on est clairement dans le domaine :*

- *de la précaution (donc économiquement non rentable, puisqu'on paie pour que tout se passe bien, et tout doit bien se passer),*
- *de la thésaurisation, donc sans retour économique immédiat.*

*La question est donc de savoir QUI doit « imposer le surcoût ». Cela revient à monétariser différemment les enjeux, à faire accepter collectivement que le « gain pour demain », par ailleurs difficilement chiffrable, justifie la dépense d'aujourd'hui. Quel est le rôle du scientifique dans cette optique ? Il peut aider à chiffrer les « gains prévisibles », aider à mettre au point des outils théoriques qui permettent de transformer des « gains de qualité de vie » en mesures monétaires. (cf Life Quality Index de Rackwitz et Friis Hansen : ref : Life quality index : an empirical or normative approach ?, IFED forum, Stoos, déc 2004)*

### **4. LA SECURITE DANS LES ASCENSEURS**

*Il existe 440.000 appareils en service en France, dont la moitié équipent le parc résidentiel privé.*

*Ces ascenseurs assurent 80 à 100 millions de trajets individuels par jour. Si l'on admet un trajet moyen de 12 mètres (quatre étages), cela représente un million de passager/kilomètre à la montée ou à la descente, ou encore 360 millions de passager/kilomètre par an.*

*Les accidents mortels sont rares et dus le plus souvent à des actions de malveillance ou à un manque d'attention élémentaire de la part des passagers ou du personnel d'entretien. Or il a suffi d'une série de trois accidents mortels en 2001 pour déclencher une procédure législative visant à améliorer la sécurité dans les ascenseurs (loi du 2 juillet 2003 et décret du 9 septembre 2004). Le montant des travaux qui devront être engagés par les bailleurs publics ou pri-*

## **CNISF, comité génie civil**

*vés et par les copropriétaires occupants sur une période de quinze ans pour satisfaire aux exigences de la loi est évalué entre 4 et 8 milliards d'euros.*

*En admettant que les mesures de sécurité préconisées auront pour effet d'éviter tout accident mortel, donc d'atteindre le degré de risque zéro ce qui est loin d'être évident, le coût d'une vie humaine préservée s'élève ainsi à 200 millions d'euros. Or selon les études faites par les services de l'Union Européenne, le "consentement à payer pour éviter le risque d'une mort prématurée anonyme" a été évalué entre 3 et 5 millions d'euros, avec une large marge d'incertitude. On est ici loin du compte, d'un facteur 40 à 60. les ressources financières de la nation n'étant pas illimitées, il est permis de se demander si les mesures préconisées ne s'apparentent pas à un gaspillage de fonds qui pourraient être affectés de manière plus efficace pour sauver des vies humaines.*

*Car l'ascenseur est déjà un moyen de transport très coûteux, sans doute le plus coûteux qui soit. Un calcul simple concernant un petit immeuble d'habitation montre que le passager kilomètre revient à 10/12 euros. De plus les travaux d'installation et d'entretien des ascenseurs en France sont le monopole de quatre grands groupes internationaux qui se partagent 95% du marché. On conçoit mal leur mise en concurrence pour l'amélioration d'appareils installés par les soins de l'une d'entre elles, pas plus que Renault et Peugeot ne se font de l'ombre sur le marché de l'entretien et de la pièce de rechange de leurs véhicules respectifs. La mise en application des mesures préconisées va donc se heurter à de nombreuses difficultés, provenant soit de l'impossibilité d'une mise en concurrence, cependant exigée par les lois réglementant les copropriétés, soit de l'insolvabilité de certains copropriétaires.*

*La recherche de la sécurité doit trouver des limites raisonnables. C'est le rôle essentiel des politiques de savoir définir ces limites en dehors des contingences de l'actualité.*

### Bibliographie

1. Kourilsky P., Viney G., Rapport au Premier Ministre, 15 octobre 1999, La Documentation Française.
2. *Environnement et développement durable, l'indispensable mobilisation des acteurs sociaux*, Conseil économique et social, avis présenté par M. C. Martinand, journal officiel de la République française, mardi 18 mars 2003, 92p.
3. *Risque et génie civil*, novembre 2000, colloque à l'UNESCO, Groupement Français des Associations de Génie Civil, 8-9 nov 2000, Presses des Ponts et Chaussées, Paris, 2000, 718p.
4. *Les grands ouvrages de génie civil*, rapport du CADAS, n°15, mars 1996, 88p.
5. *Charte de l'Environnement, Conclusion et recommandation*, texte adopté par l'Académie des sciences le 18 mars 2003.
6. Godard O., Henry C. Lagadec P., Michel Kerjan E. *Traité des nouveaux risques*, Gallimard, Paris, 2003, 620p.
7. Ewald F., Gollier C., Sadeleer N. de, *Le principe de précaution*, collection Que sais-je, PUF, Paris 2001, 128p.
8. Beck U., *La société du risque, sur la voie d'une autre modernité*, Alto Aubier, Paris, 2001, 522p

#### Documents CNISF :

9. Lettre du CNISF à madame Roselyne Bachelot, ministre de l'Environnement et du Développement durable, sur le principe de précaution, le 19 décembre 2002.
10. Note CNISF sur le principe de Précaution, J.C Charlot, 31 mars 2003.
11. *Enquête sur l'évolution de nos métiers*, 29 mai 2001, travail collectif du comité d'experts de génie civil du CNISF, 9p.
12. *La responsabilité civile et pénale des ingénieurs, évolutions récentes*, CNISF, Groupe de travail animé par P. Lemoine, janvier 2002, 11p.
13. Retour d'expérience et base de données, MR-GenCi Thème 2B- Bases de données, exploitation du retour d'expérience, à dater.
14. *Maîtrise d'œuvre et qualité du cadre de vie, ingénieurs et architectes, le point de vue du CNISF*, par un groupe de travail animé par J.C. Parriaud, mai 2004.
15. *Maîtrise de la sécurité industrielle*, CNSIF, rapport du groupe de travail présenté par H. Roux, novembre 2004, 19p et 3 annexes 6p.

## **CNISF, comité génie civil**

Ce rapport est présenté par Jean-Louis Bordes, assisté d'un groupe comprenant :

Jean Berthier, Pierre Duffaut, Jean Dunglas, René Harouimi, Jacques Laravoire, Paul Lemoine, Marc Panet, François Perret, Jean-Claude Parriaud, Georges Pilot, Marcel Rat.

Outre ces experts, avaient participé à l'enquête qui a servi de fondement à la rédaction du rapport, ou ont été sollicités pour donner des avis :

Claude Bourdon, Denys Breysse, J Cabanel, Jean-Armand Calgaro, Bernard Halphen, Philippe Léger, Roger Lacroix, Dominique Loi, H Mathieu, Amir Mazaheri, Michel Quatre, Hubert Roux.

Qu'ils soient tous remerciés pour leur contribution personnelle.