



# L'incertitude comme limite à la maîtrise des risques

Ancien ingénieur de l'industrie nucléaire en France et aux Etats-Unis. Chercheur à l'Institut des Sciences et Technologies Environnementales (ICTA), Université Autonome de Barcelone, Espagne. – Contact : Francois.Diaz@uab.cat

Pour ce dossier je souhaitais partager quelques pistes de réflexion au sujet de la notion de risque et de sa prise en compte dans les projets industriels menés par l'ingénieur. Pour ce faire je me suis directement inspiré de mon expérience en tant qu'ingénieur dans l'industrie nucléaire en France et aux Etats-Unis et notamment à ma participation à la conception de nouveaux réacteurs par le recours aux analyses de risque probabilistes. Dans le domaine de la maîtrise des risques, l'industrie nucléaire représente en effet un cas d'école, à la fois extrême (de par les conséquences qu'un accident dans un réacteur peut avoir pour l'homme et pour son environnement) et particulier (de par la complexité de cette technologie) certes, mais très utile pour comprendre les limites des méthodes quantitatives d'analyse de risques liés aux applications industrielles dans leur ensemble.

Ainsi, bien que mon témoignage s'inspire d'une technologie complexe, je veillerai à ne pas alourdir mes propos avec des détails techniques inutiles ici pour le lecteur non-spécialiste (le lecteur intéressé par le sujet pourra à souhait obtenir plus de détails dans les lectures recommandées en bas d'article). L'objectif est en effet ici de donner une vision d'ensemble des différentes méthodes utilisées dans le domaine de la maîtrise des risques industriels et d'en expliquer les limites. Il est en effet fondamental à mes yeux que l'ingénieur identifie les limites des méthodes qu'il utilise lors du processus de décision en situation de risque.

## Méthodes quantitatives employées pour la maîtrise des risques

Il existe deux grandes approches pour l'évaluation quantitative du risque industriel : l'approche déterministe et l'approche probabiliste. La première met l'accent sur l'évaluation et le contrôle des conséquences d'un accident tandis que la seconde sur l'estimation de la probabilité de survenue de cet accident. L'approche déterministe consiste en effet à s'assurer que les conséquences sont maîtrisées tandis que l'approche probabiliste consiste d'abord à démontrer que la probabilité est maintenue à des valeurs considérées comme acceptables. Ces deux approches sont donc fondamentalement différentes puisqu'elles sont deux interprétations distinctes (mais complémentaires) de la notion de risque.

Les techniques d'évaluation quantitative du risque utilisées dans ces deux approches sont ainsi soit des calculs déterministes (lorsqu'il s'agit d'évaluer avec des modèles physiques l'intensité des contraintes s'appliquant à un équipement ou la survenue de scénarios) soit

des analyses probabilistes (lorsque probabilités et conséquences des accidents sont évaluées conjointement).

Dans le cas des études de sûreté des installations nucléaires, par exemple, il existe des différences entre les pays suivant qu'ils préfèrent utiliser l'une ou l'autre de ces deux approches. C'est le cas entre la France, qui a jusqu'à présent préféré l'approche déterministe dans le domaine de la sûreté nucléaire, et les Etats-Unis, qui utilisent exclusivement l'approche probabiliste depuis la fin des années 1970. La notion de risque – et les méthodes de maîtrise des risques qui lui sont associées – est donc considérée différemment suivant les pays, illustrant ainsi le caractère culturel – et pas seulement technique – en jeu dans ce domaine. En effet, adopter une approche probabiliste du risque revient à vouloir le gérer en terme d'acceptabilité : les conséquences pour l'individu ou pour l'environnement d'une situation ou d'une activité potentiellement dangereuse n'étant acceptables que dans la mesure où elles restent dans le cadre du possible. Ensuite, la définition de ce qui est acceptable ou non pour la population est un acte politique et donc implicitement culturel.

## Limites de la maîtrise des risques

Laissant de côté le choix d'utiliser telle ou telle méthode de quantification du risque (ou parfois même les deux) en ne nous concentrant que sur la volonté de l'ingénieur à vouloir quantifier ce risque, il convient d'observer qu'il existe des situations pour lesquelles ce processus de quantification est impossible, marquant alors les limites de la maîtrise des risques. Pour comprendre ces limites, il est essentiel de distinguer la notion de risque (phénomène aléatoire aux conséquences connues et donc à probabilités estimables, c'est-à-dire que l'on peut quantifier le risque) de la notion d'incertitude, appelée aussi ignorance (phénomène aléatoire aux conséquences non connues et donc à probabilités non-estimables, c'est-à-dire que l'on ne peut pas quantifier le risque). Or, dans les méthodes conventionnelles d'analyse de risques décrites précédemment, risque et incertitude sont confondus et correspondent à une seule et même situation aux conséquences connues et aux probabilités d'occurrence estimables. Ainsi, ces méthodes sont basées sur la capacité de l'ingénieur ou de l'équipe



d'ingénieurs à définir des probabilités pour un ensemble attendu de résultats (comme par exemple au jeu de la roulette où l'ensemble des résultats possibles est connu à l'avance) permettant ainsi une véritable « prise de risque », c'est-à-dire une décision parfaitement éclairée. Toutefois, l'évaluation du risque lié à certains systèmes (bien que déterministes) est parfois impossible. Par exemple, personne ne peut prédire la météo qu'il fera à Londres dans un mois. Pourtant, dans ce cas l'impossibilité de prédire le résultat ne signifie pas être dans une situation d'incertitude. Il s'agit en effet d'une situation d'indétermination (phénomène aléatoire aux probabilités théoriquement estimables mais non-quantifiables en pratique devant le degré de précision requis et la quantité d'information nécessaire).

L'incertitude apparaît dans les situations pour lesquelles le problème n'est pas que l'on est incapable ou non d'estimer les probabilités de tel ou tel phénomène mais que l'on a tout simplement pas la moindre idée des conséquences possibles. C'est, par exemple, la situation que vit Alice dans *Les aventures d'Alice au pays des merveilles* lorsque, face à la bouteille étiquetée « Bois moi ! », elle n'a aucune idée de ce qu'il se passera si elle boit son contenu (fort heureusement pour la suite du conte !). Une situation

d'incertitude apparaît donc lorsque les résultats possibles ne sont pas connus à l'avance. Dans le cas de la technologie, telle qu'une centrale nucléaire, l'ignorance correspond au fait de ne pas connaître l'ensemble des attributs d'un système (le réacteur et son environnement) qui sont pourtant pertinents dans le futur (en cas d'accident). Cela implique qu'il est dans certains cas impossible de prendre une décision totalement éclairée, tout simplement parce que l'information n'existe pas. Ce fut le cas récemment avec les accidents majeurs de Fukushima au Japon pour lesquels il était impossible de savoir à l'avance qu'un séisme de magnitude 9.0 était quelque chose de possible et a fortiori d'en connaître les conséquences. Et quand

bien même cette magnitude aurait été prise en compte dans les analyses de risque sismique (qui n'ont d'ailleurs pas de sens en présence d'ignorance), le problème serait resté entier puisque rien n'indique de façon certaine qu'un séisme de magnitude 10.0 (voire plus) est impossible. Le fait que la magnitude des séismes soit mesurée à l'aide d'une échelle ouverte de Richter est d'ailleurs l'illustration de la présence inévitable d'ignorance dans ce cas précis de risque sismique, et plus largement dans le cas de risques externes (catastrophes naturelles, terrorisme, etc.) par distinction au risque industriel, interne à une technologie donnée et donc moins sujet au phénomène d'ignorance.

## Conclusion

Dans les situations où la présence d'ignorance est avérée, les méthodes quantitatives d'analyse de risques ne devraient pas être appliquées. Ceci donne à l'ingénieur en charge de telles études la responsabilité d'identifier les sources d'ignorance éventuelles de façon à qualifier clairement le processus de décision comme étant « sous incertitude » et non plus « en pleine connaissance de causes (et conséquences) ».

L'identification systématique des sources d'ignorance est un processus courant dans le domaine des sciences, même si la bataille a été longue et éprouvante avant que l'ignorance ne soit admise et reconnue comme une véritable condition nécessaire pour l'avancée de la science. Il est désormais urgent qu'il en soit de même dans le domaine des technologies ce qui concerne directement l'ingénieur travaillant dans le domaine de la maîtrise des risques. ■

## Pour aller plus loin :

Sylviane Tabarly, "Risques et sociétés", Géoconfluences. Glossaire compilé par la Direction générale de l'enseignement scolaire (Dgesc) et par l'École Normale Supérieure de Lyon (ENS de Lyon). Voir en particulier : « Mesures et modèle » et « Probabilité d'un événement ». : <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/doc/transv/Risque/RisqueVoc.htm> (mise à jour Septembre 2010)

François Diaz Maurin, "Fukushima : limites anthropologiques à la complexité et risque d'effondrement sociétal", *Entropia* Vol. 12, 2012 (à paraître). <http://www.entropia-la-revue.org/>

Richard P. Feynman, *Vous y comprenez quelque chose Mr Feynman ?*, Odile Jacob, 2007. (ISBN 978-2-7381-2021-2). Traduction française de : *The Meaning of it all: thoughts of a citizen-scientist*, [1998]. Transcription de 3 conférences de vulgarisation scientifique portant sur des sujets chers à Feynman.

Frank H. Knight, *Risk, uncertainty and profit*. Library of Economics and Liberty, 1921. Bien qu'étant une étude de "théorie pure" en sciences économiques, ouvrage de référence traitant de la distinction entre risque et incertitude.