

Avant-propos



Francis Vigouroux/CEA

L'impératif de sûreté nucléaire peut s'exprimer par des objectifs techniques simples, au moins dans leur principe. Le mot clef en est "maîtrise" :

- *maîtrise des réactions nucléaires et chimiques*. Ce sujet est évidemment au centre du présent dossier, sous deux aspects différents : le pilotage et le contrôle de la réaction nucléaire dans le cœur d'un réacteur, et la prévention du risque de criticité dans les autres installations ;
- *maîtrise de l'évacuation de l'énergie produite*, qu'il s'agisse d'une puissance en fonctionnement ou d'une puissance résiduelle, sujets également traités dans ce dossier ;
- *maîtrise du confinement des produits dangereux* ;
- *maîtrise de la protection du personnel* ;
- *maîtrise des effluents et des déchets*, assurant la protection des populations et de l'environnement.

La sûreté suppose évidemment les connaissances, les compréhensions et les anticipations de tous les mécanismes sur lesquels repose le fonctionnement des installations ou des activités nucléaires. La liste des disciplines et l'éventail des connaissances nécessaires sont impressionnants ; aucun maillon faible ne peut exister, depuis les mécanismes fondamentaux (physique nucléaire, chimie...), les mécanismes de fonctionnement (mécanique, métallurgie, thermique, hydraulique...), jusqu'aux mécanismes aval (cheminement ou fixation des éléments...) et à l'évaluation des impacts (biologie, médecine...), sans oublier la connaissance du contexte (environnement, agressions potentielles...). Parmi ces compétences scientifiques et techniques, la physique nucléaire est un point fort du CEA : il y a coïncidence au moins partielle entre un champ où il est producteur de connaissances et un champ où en tant qu'exploitant nucléaire il est utilisateur de connaissances. Cette force n'existe évidemment pas dans toutes les disciplines : la quinzaine de "pôles de compétences" identifiés et promus par la Direction de la sûreté nucléaire et de la qualité du CEA pour soutenir les exploitants des quelque soixante-dix installations nucléaires de l'organisme ne trouvent pas tous aussi facilement leurs bases scientifiques et techniques dans les programmes de recherche du CEA et nécessitent parfois des investissements plus spécifiques à la sûreté.

Pour nous représenter la diversité des études et la multiplicité des connaissances scientifiques et techniques nécessaires à la démonstration de sûreté d'une installation ou d'une activité nucléaire, n'oublions pas que le spécialiste de sûreté raisonne avec (au moins) trois préoccupations systématiques :

- *Le conservatisme des hypothèses prises en compte*. À chaque connaissance doivent être associées ses incertitudes. La certitude de connaissance absolue est souvent inaccessible. D'où un besoin permanent d'optimisation entre la poursuite de l'acquisition de connaissances aptes à réduire les incertitudes et l'ampleur des marges de conservatisme prises dans la démonstration de sûreté.
- *La "défense en profondeur"*. Après avoir caractérisé et justifié le fonctionnement normal d'une activité, avec ses marges, il faut garantir celui-ci en assurant les préventions de toutes les défaillances imaginables, matérielles ou humaines. Mais au bout de cet effort, il faut conventionnellement postuler que n'importe laquelle de ces défaillances peut néanmoins se produire. Il faut alors connaître les effets de cette défaillance, et prendre des dispositions (redondances, systèmes de sauvegarde...) pour qu'elle ne puisse pas engendrer une situation accidentelle. Au bout de ce second effort,

il faut à nouveau postuler conventionnellement l'échec, c'est-à-dire l'occurrence de cette situation accidentelle et définir les moyens d'en minimiser les conséquences. Cette approche exigeante, alternant effort et démonstration de sûreté et postulats de défaillance, est un concept fort et efficace de la sûreté nucléaire. Elle multiplie évidemment le nombre des démonstrations scientifiques et technologiques nécessaires.

- *Des "lignes de défense" indépendantes.* Le risque nul est inaccessible ; par contre la sûreté peut et doit se fixer un objectif de probabilité résiduelle des événements dommageables extrêmement faible. Si faible qu'aucun dispositif unique, si performant soit-il, ne peut seul garantir une telle fiabilité. Il faut donc établir, entre le fonctionnement normal d'une installation nucléaire et un hypothétique risque, une succession de plusieurs "lignes de défense" dignes d'un château fort. On s'attachera évidemment à garantir que ces lignes sont indépendantes les unes des autres et qu'elles ont une efficacité homogène vis-à-vis des différents scénarios imaginables.

On voit ainsi que les champs de connaissances nécessaires à la sûreté nucléaire ne vont pas se borner à couvrir le mode "normal" de fonctionnement, mais aussi la prévention et les effets de toutes les défaillances imaginables, les technologies des moyens de sauvegarde et les impacts potentiels des situations incidentelles et accidentelles.

Au bout de ce long et rigoureux exercice de construction d'une démonstration de sûreté, il est évident que toute la connaissance scientifique et technique utilisée ne constitue pas un outil opérationnel pour les exploitants. On ne peut raisonnablement leur demander d'avoir tout cet acquis en tête pour déterminer leurs actions pratiques au jour le jour.

Il va donc falloir "traduire" la sûreté démontrée en procédures d'exploitation aisément utilisables, minimisant le risque d'erreur d'interprétation ou d'application. Le caractère suffisant de la traduction doit être soigneusement vérifié.

Si un exploitant a une culture scientifique lui permettant de situer la motivation des différentes procédures dans la démonstration de sûreté, c'est un facteur favorable, mais qui ne peut être garanti face à tous les systèmes complexes. Inversement, il serait inacceptable qu'un exploitant s'écarte d'une procédure, sous le prétexte que celle-ci lui paraît superfétatoire, dans la mémoire qu'il garde de la démonstration de sûreté.

L'exploitation va donc inéluctablement se faire, au jour le jour, sur la base d'une "traduction", avec une distance (voire un oubli) plus ou moins grand par rapport à la démonstration scientifique de la sûreté.

D'où la nécessité de "ressourcer" périodiquement le dispositif, c'est-à-dire de réévaluer les modalités d'exploitation par un rapport à la démonstration scientifique et technique de sûreté, actualisée des connaissances nouvelles. Ceci est notamment le cas dans le retour d'expérience des incidents, car ceux-ci révèlent un point faible à corriger sur l'une des lignes de défense et nécessitent donc un retour sur l'état des connaissances. En outre, lors des réévaluations périodiques de sûreté, en général tous les dix ans, la démonstration est entièrement remise à plat.

On trouve la physique nucléaire en "fil rouge" du raisonnement de sûreté, depuis les principes de fonctionnement d'une activité nucléaire, jusqu'à la connaissance des situations dont il faut se protéger.

En référence à ces quelques considérations générales, les articles qui suivent peuvent constituer pour le lecteur de nombreuses illustrations des cheminements et des itérations entre connaissance scientifique, construction d'une démonstration de sûreté et modalités pratiques d'une exploitation sûre.

Michel Lavérie
Directeur de la sûreté nucléaire et de la qualité du CEA