

Compte rendu de la conférence du 12 décembre 2011 à MINES ParisTech

« La sûreté nucléaire après Fukushima »

Pierre AUDIGIER (CM57) est consultant après avoir été Secrétaire général adjoint du Comité interministériel de la sécurité nucléaire

Bernard ROCHE (P67/CM70) est consultant après avoir été Délégué aux affaires nucléaires à la Direction Production-Ingénierie d'EDF

L'intervention se décompose en cinq parties, comme suit :

1. les institutions ;
2. les risques ;
3. les conditions à remplir pour un développement sûr de l'énergie nucléaire ;
4. trois exemples analysés à l'aune des trois conditions ;
5. l'Europe et les *stress tests*.

La conclusion permet d'évoquer les perspectives industrielles de la filière nucléaire.

Les institutions

En France

La loi sur la Transparence et la Sécurité Nucléaire (loi TSN) promulguée en 2006 est l'aboutissement d'un long processus qui a accompagné le développement du parc électro-nucléaire depuis son origine. Il confère à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN), une indépendance *de jure*. L'ASN est dirigée par un Collège de cinq membres, aujourd'hui présidé par André-Claude Lacoste. C'est à cette loi que l'on doit la création du Haut Comité pour la Transparence et l'Information sur la Sécurité Nucléaire (HCTISN) dont la mission consiste à veiller à la qualité de l'information sur la sécurité nucléaire¹. Des associations, dont certaines ne sont pas favorables au nucléaire, participent à ses travaux. Toutefois, la CRIIRAD a refusé d'y participer.

En Europe

L'un des objectifs du traité EURATOM², signé en 1957 et toujours en vigueur, est d'*établir des normes de sécurité uniformes pour la protection sanitaire de la population et des travailleurs*. Il a fallu attendre 2002, pour que la Cour de justice des communautés européennes (désormais Cour de justice de l'Union européenne) précise que ces normes

¹ <http://www.hctisn.fr/>

² http://europa.eu/legislation_summaries/institutional_affairs/treaties/treaties_euratom_fr.htm

devaient également porter sur les sources de radiations, notamment les réacteurs et les usines du cycle. Il a fallu attendre encore 7 ans pour que soit adoptée par le Conseil de l'Union en 2009 une directive³ sur la sûreté nucléaire. Cette directive a d'abord vu son efficacité obérée par les divergences entre Etats membres en matière de nucléaire. Fukushima lui a donné, comme on va le voir plus loin, un nouvel élan.

Au niveau international

L'AIEA a été créée au lendemain de la deuxième guerre mondiale par accord entre Russes et Américains. Cette création s'inscrit dans le cadre du discours « *Atom for peace* » prononcé par le président Eisenhower en 1953. Le message envoyé aux pays non dotés de l'arme atomique était le suivant : nous vous aiderons à créer une industrie nucléaire civile à condition que vous acceptiez que l'Agence vérifie que votre industrie nucléaire a des fins uniquement pacifiques.

C'est une organisation intergouvernementale. Tous les pays possédant une industrie nucléaire sont aujourd'hui membres de l'AIEA. L'AIEA a deux objectifs principaux :

- lutter contre la prolifération ; l'Agence dispose ici d'un pouvoir d'audit, le pays récalcitrant pouvant être l'objet de sanctions décidées par le Conseil de Sécurité ;
- promouvoir un cycle nucléaire sûr (experts mis à disposition par les pays membres). Pour ce faire, l'Agence édicte des *Safety Standards* qu'il appartient ensuite aux pays membres de transposer dans leur corpus législatif national puis de traduire en normes. L'Agence peut également, à l'initiative d'un pays membre, envoyer une équipe d'experts procéder à une évaluation du système de contrôle de la sûreté de son cycle civil ; ce sont les *Integrated Regulatory Review Service* (IRRS) et dans l'équipe figureront des experts désignés par le demandeur. Le rapport ne peut être publié qu'avec l'accord du pays demandeur. Le pouvoir de l'Agence s'arrête là car la responsabilité de la sûreté est nationale, les pays membres s'étant par ailleurs engagés à se doter d'une autorité de sûreté indépendante.

Les risques

La gestion des risques nucléaires vise à maîtriser les conséquences d'une réaction nucléaire en chaîne, qui intervient lorsque l'on réunit une quantité suffisante de matière fissile avec une géométrie favorable et en présence de modérateur (l'eau pour les réacteurs à eau légère utilisés en France). Cette réaction en chaîne conduit à une production de neutrons dont le nombre augmente fortement de génération en génération. Maîtriser la réaction en chaîne revient à maîtriser l'évolution du nombre de neutrons qui est directement corrélé à la puissance émise.

Trois fonctions de sûreté peuvent être identifiées :

- **maîtriser la réactivité**, ce qui peut être réalisé grâce aux barres de contrôle absorbantes (cadmium, bore, indium par exemple) qui, en l'absence de courant alimentant les électroaimants qui les retiennent, tombent automatiquement dans le cœur par gravité, ou grâce à l'injection d'une solution d'acide borique dans le cœur au moyen de pompes ou de gaz comprimés qui la propulsent ;
- **assurer le refroidissement du cœur et du combustible utilisé stocké en piscine**, pour éviter que les composants ne fondent et ne libèrent ainsi leur radioactivité ;
- **maintenir le confinement des matières radioactives** par la présence des trois barrières successives (imbriquées les unes dans les autres comme dans les poupées russes) : la gaine (en zircalloy) des crayons de combustible, la cuve du réacteur et l'enceinte du bâtiment réacteur.

³ Directive 2009/71/EURATOM

Les conditions à remplir pour un développement sûr de l'énergie nucléaire

Plus de 400 réacteurs sont en fonctionnement de par le monde et 60 GWe sont en construction. Les réacteurs vieillissent tandis que plusieurs des nouveaux entrants n'ont aucune expérience nucléaire, voire aucune tradition industrielle.

Parmi les conditions qui devraient permettre un développement sûr de l'énergie nucléaire nous privilégions :

- pour l'exploitant, être imprégné de la culture de sûreté à tous les niveaux ;
- des autorités de sûreté réellement indépendantes ;
- un public averti et donc exigeant.

La culture de sûreté implique notamment que tout technicien qui a observé un incident de fonctionnement le déclare à sa hiérarchie, même s'il en est à l'origine, ce qui suppose qu'il sache qu'il ne sera pas sanctionné. L'incident peut ainsi être analysé de façon approfondie, ses causes recherchées et les leçons tirées ; il en résulte l'amélioration constante du niveau de sûreté.

A ce titre les pays membres de l'AIEA doivent signaler les incidents survenus sur leurs installations en les classant sur l'échelle INES (de 0, anomalie sans importance à 7, accident majeur). Malheureusement, la culture de sûreté est très différente selon les pays. Le Japon, par exemple, ne signale que fort peu d'incidents.

L'indépendance d'une autorité de sûreté passe avant tout par une indépendance budgétaire et par une indépendance de parole (le patron de l'Autorité de sûreté doit être un homme de caractère). En France l'ASN s'appuie sur l'expertise de l'IRSN⁴.

Le système japonais de contrôle de la sûreté nucléaire avait fait l'objet d'une *peer review* sous l'égide de l'AIEA en 2007. De nombreuses faiblesses du dispositif avaient été identifiées à cette occasion. A l'heure de Fukushima, le Japon n'avait toujours pas invité l'équipe d'experts à venir constater comment avaient été mises en œuvre les recommandations du rapport, alors qu'il aurait dû le faire dans les trois ans.

Sur ce point les démocraties « souverainistes » sont, elles aussi, encore loin du compte, ce qui n'empêche pas leurs ingénieurs et techniciens d'être de très bonne qualité.

L'existence d'une opinion publique avertie et ayant les moyens institutionnels de se faire entendre - par la voix de ses élus par exemple - est également importante. D'où un équilibre difficile à trouver entre les exigences de sûreté, les contraintes industrielles et les attentes du public.

Analyse de trois accidents

Les trois accidents les plus connus sont ceux de Three Miles Island (1979), Tchernobyl (1986) et Fukushima (2011).

Le premier, classé au niveau 5 sur l'échelle INES, s'explique par une interprétation erronée de la situation du réacteur et donc par des réactions inappropriées de l'opérateur : les alarmes, multiples, n'étaient pas hiérarchisées, ce qui rendait difficile la connaissance exacte de l'état réel de l'installation. De plus, l'opérateur devait réagir manuellement à un nombre important d'événements, conséquence d'une automatisation très limitée pour une installation aussi complexe. La culture de sûreté de l'exploitant était donc en cause de même que la conception de l'interface homme/machine. Toutefois, la radioactivité a été contenue dans l'enceinte du bâtiment réacteur. De nombreux enseignements ont été tirés de cet accident pour améliorer la sûreté des réacteurs en exploitation : passage à des consignes accidentelles fondées non plus sur les événements, mais sur l'état physique de la chaudière nucléaire (innovation EDF), hiérarchisation des alarmes, aides à la conduite, informatisation de la conduite, formation sur simulateurs pleine échelle.

⁴ Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire

Le deuxième, classé au niveau 7 sur l'échelle INES et le plus connu jusqu'à très récemment, a été le résultat d'essais à basse puissance (conduits sans véritable planification préalable), situation dans laquelle les réacteurs RBMK sont instables. La culture de sûreté de l'exploitant était donc en cause, mais aussi l'Autorité de sûreté qui n'aurait pas dû autoriser, sans limitations et modifications adéquates, le fonctionnement de tels réacteurs. Les conséquences ont été très importantes avec une destruction des barrières de confinement et une grande quantité de matières radioactives libérée à l'extérieur. Il n'y avait pas de véritable enceinte de confinement, comme d'ailleurs dans les réacteurs graphite-gaz français, maintenant retirés du service, ou britanniques toujours en fonctionnement. Enfin, on peut considérer que le public soviétique était mal informé et n'avait pas droit à la parole. Les trois pieds du tripode précédemment évoqué étaient donc défailants. Ajoutons que les réacteurs russes RBMK encore en fonctionnement ont fait l'objet d'importantes modifications pour améliorer leur sûreté.

L'accident de Fukushima est avant tout lié au tsunami exceptionnel (avec une vague d'une vingtaine de mètres de hauteur) qui a causé 20 000 morts immédiates alors que l'accident nucléaire n'a pas causé de décès à ce jour : les lignes électriques d'alimentation ont été coupées et les diesels perdus ce qui a mis hors service la fonction de sûreté « refroidissement du cœur et du combustible stocké en piscines ». La fonction « maîtrise de réactivité » a, elle, bien été remplie. Après coup, on peut dire que le dimensionnement de la digue de protection était insuffisant. On peut d'ailleurs noter qu'une vague de 15 mètres aurait été enregistrée en 1895 lors d'un précédent tsunami et que, par conséquent, l'Autorité de sûreté aurait pu exiger une digue plus haute. Des accidents précurseurs ont eu lieu au Japon : des contrôles radiologiques ont été falsifiés sur une cuve de réacteur (fissures non déclarées). En outre, il y a quelques années, un accident de criticité avait eu lieu dans une usine de combustible nucléaire lors de la manipulation d'uranium enrichi dans des seaux présentant une géométrie incapable d'assurer la sous-criticité, ce qui traduit là encore une culture de sûreté insuffisante. Par ailleurs, l'Autorité de sûreté était jusqu'à une date très récente rattachée au METI, ministère en charge notamment du développement du nucléaire.

Les stress-tests

Le Premier ministre français a demandé en mars 2011 à l'ASN de conduire des tests de résistance - les Evaluations Complémentaires de Sûreté (ECS) - qui prendront en compte les premiers enseignements à tirer de Fukushima. Les opérateurs ont fait des propositions, l'IRSN les a étudiées et l'ASN rendra ses conclusions début 2012.

Quelques jours plus tard, la Commission européenne était en effet mandatée par le Conseil pour soumettre les réacteurs de l'Union à des tests de résistance, les *stress tests*. Chaque pays fera son rapport et le transmettra à la Commission qui le soumettra à une revue par les pairs. Pour ce faire, la procédure décidée conjointement par la Commission et les Etats membres est très exigeante. Ainsi, l'équipe responsable de la *review* ne pourra pas comprendre d'expert du pays sous examen. Des experts de pays ayant renoncé au nucléaire ou n'ayant pas l'installation chez eux participeront à ces *reviews*.

A ce jour, plusieurs pays ont soumis leur rapport. Les conclusions préliminaires de la Commission est que la qualité de ces rapports est très hétérogène, ce qui traduit le fait que l'efficacité des Autorités de Sûreté est inégale suivant les pays, ce qu'on devinait mais qui devient ainsi public.

La Commission doit soumettre un premier rapport au Conseil de juin prochain. Il sera assisté par un groupe d'expert qui assurera le suivi du processus.

Il est très difficile à ce jour d'anticiper ce qui pourra sortir de tout cela, du meilleur comme du pire.

L'objectif de la Commission européenne est d'aboutir à une comparabilité des centrales nucléaires à partir d'indicateurs de sûreté qui permettront d'établir un classement, une ambition que les bons connaisseurs du sujet estiment quasi impossible.

Conclusions

Les perspectives de la filière nucléaire ne sont plus aujourd'hui aussi prometteuses qu'il y a quelques temps, sauf dans quelques grands pays comme la Chine, l'Inde, le Royaume-Uni et la Russie, en raison de la crise, de l'accident de Fukushima qui a entraîné des réactions épidermiques chez quelques politiques et d'un afflux inattendu sur les marchés du gaz de schiste. Toutefois, l'augmentation de la valeur des quotas d'émission de gaz à effet de serre dans le futur pourrait donner un nouveau souffle à la filière nucléaire.

Une diminution de la part du nucléaire dans le mix énergétique ne pourra intervenir que si les solutions alternatives (renouvelables) sont disponibles à un coût compétitif, ce qui est loin d'être le cas car actuellement il leur faut des subventions pour être développées. Ajoutons que du fait de l'intermittence de certaines énergies renouvelables (éolien et solaire) et de l'extrême difficulté de stocker l'électricité à un coût acceptable, il faut investir (pour assurer la sécurité d'approvisionnement) une puissance équivalente en moyens de production basés sur des énergies fossiles avec leurs inconvénients liés à la production de gaz à effet de serre.

Compte rendu rédigé par Guillaume BENOIT (P01)