

Devons-nous nous priver de nucléaire par crainte d'un accident ?

Les accidents nucléaires apparaissent souvent à l'opinion publique comme également probables sur tous les réacteurs de la planète, quel qu'en soit le modèle, le pays d'installation ou l'exploitant. Seul le terme « nucléaire » semble être retenu, sans autre considération. Autrement dit, les accidents nucléaires seraient assimilés à la fatalité. Cette vision ne correspond pourtant et heureusement pas à la réalité : les accidents nucléaires dépendent profondément du contexte réglementaire du pays dans lequel les réacteurs sont installés, de leurs qualités de conception, de construction, d'exploitation, de contrôle, etc. et in fine plus globalement des comportements humains à tous les stades de leur mise en œuvre.

Les causes profondes des accidents nucléaires majeurs sont en effet toujours d'origine humaine, pour une raison simple : les centrales nucléaires sont conçues, fabriquées, construites, testées avant mise en route par leurs concepteurs et constructeurs, puis exploitées, surveillées, entretenues, améliorées tout au long de leur vie par leur exploitant, enfin contrôlées à toutes les étapes précédentes par des autorités de sûreté. Si un accident survient, c'est que plusieurs défaillances d'origine humaine ont affecté la chaîne précitée et que leurs conséquences n'ont pu être arrêtées à temps et maîtrisées. Ceci même si l'accident est dû à une agression externe, par exemple un tremblement de terre ou un tsunami, qui ne constituent que des événements initiateurs : si l'accident survient, c'est que les paramètres de ces agressions ont été mal étudiés ou mal évalués et/ou que les parades mises en œuvre ont été mal conçues ou mal calculées ou ont été insuffisantes. On retrouve donc toujours une responsabilité humaine à l'origine de tout accident.

Trois accidents majeurs sont survenus dans le monde à ce jour : celui de Three Mile Island (TMI en abrégé) aux États-Unis en 1979, celui de Tchernobyl en Ukraine en 1986, celui de Fukushima-Daiichi au Japon en 2011. Aucun n'est dû à la fatalité, chacun a des causes humaines profondes parfaitement identifiées.

Ils sont analysés ci-dessous sous cet angle, avec chaque fois le retour d'expérience qui en a été tiré pour le parc nucléaire français. Auparavant, quelques bases élémentaires de sûreté nucléaire sont très brièvement rappelées pour donner des clés de compréhension.

Principes et objectifs de la sûreté nucléaire

* La « défense en profondeur ». C'est l'un des principes essentiels qui permet de prévenir un accident nucléaire, ou d'en limiter les conséquences s'il se produisait. Le principe est d'interposer plusieurs lignes de défense successives : d'abord, préventives, dont le but est de prévenir et éviter la dégradation d'une situation anormale en incident, puis en accident ; ensuite palliatives destinées à limiter la gravité et les conséquences d'un accident s'il n'avait pu être prévenu. Concrètement, il peut s'agir de doubler, tripler voire quadrupler certains circuits essentiels pour disposer de plusieurs recours en cas de panne ; de les diversifier technologiquement pour éviter des défaillances d'origine commune ; de prévoir des moyens matériels, des procédures et des actions humaines de prévention et de réduction des conséquences en cas d'accident, etc. Un accident nucléaire grave n'intervient alors que si TOUTES les lignes de prévention ont été enfoncées successivement, et ses conséquences les plus graves n'apparaissent que si toutes les lignes de protection ou de mitigation ont été à leur tour enfoncées. Ces deux conditions cumulatives diminuent très fortement la probabilité de conséquences extérieures graves (une image simple pour expliquer ce principe de défense en profondeur est celle des trous dans le gruyère : il suffit qu'un seul trou ne soit pas aligné avec les autres pour que la dégradation ne puisse progresser vers un accident grave aux conséquences extérieures graves).

* Les quatre objectifs de la sûreté nucléaire. Ils sont résumés ci-après :

1) Maîtriser la réaction nucléaire en chaîne

Cette réaction, qui dégage la puissance thermique utilisable du réacteur, doit impérativement être maîtrisée à tout instant. Deux moyens sont principalement mis en œuvre pour la limiter :

- La conception du cœur du réacteur : il doit être auto-stable, c'est-à-dire conduire naturellement à « l'étouffement » de la réaction en chaîne si la puissance augmente intempestivement,
- L'insertion automatique de barres de contrôle dans le cœur : elles doivent être prêtes à agir à tout instant dans un temps très court (de l'ordre de la seconde) pour « étouffer » rapidement la réaction en chaîne dès qu'elle dépasse un seuil de sécurité.

NB : les réacteurs à eau pressurisée (REP) comme les nôtres ou à eau bouillante (REB) comme ceux de Fukushima sont auto-stables par conception. Ce n'est pas le cas des réacteurs russes RBMK, qui sont instables à certains régimes de fonctionnement. C'est l'un des facteurs majeurs de l'accident de Tchernobyl (voir plus loin).

2) Évacuer la puissance résiduelle du combustible nucléaire

Cette puissance résiduelle est due aux désintégrations naturelles des produits radioactifs de fission qui se forment progressivement dans le combustible nucléaire. Elle persiste très longtemps après l'arrêt de la réaction en chaîne et chauffe le cœur du réacteur, qu'il faut par conséquent refroidir. Cela requiert la disponibilité de moyens de refroidissement très sûrs : réserves d'eau garanties et sources d'électricité d'ultime secours très fiables pour actionner les motopompes injectant cette eau dans le réacteur, à court, moyen et long termes.

NB : autant la maîtrise de la réactivité du cœur relève de théories et technologies très sophistiquées, autant l'injection d'eau dans le cœur d'un réacteur fait appel à des technologies très simples, dérivées de l'industrie courante. La seule différence est qu'elles doivent être très sûres et redondantes.

3) Confiner les matières radioactives pour qu'elles ne se répandent pas dans l'environnement

Ce confinement fait appel à 3 « barrières » physiques successives : la gaine métallique étanche du combustible nucléaire, la cuve du réacteur et son circuit associé (« circuit primaire ») et enfin l'enceinte de confinement étanche capable de résister à une pression interne élevée, égale à 5 à 6 fois la pression atmosphérique. Il n'y a rejet dans l'environnement que si les 3 barrières ont successivement cédé.

NB : c'est bien le cas des réacteurs à eau pressurisée ou eau bouillante mais pas des réacteurs RBMK, qui sont dépourvus d'enceinte de confinement.

4) Maîtriser les situations de crise incidentelles, accidentelles et post-accidentelles

Ultime « maillon » fort de la chaîne de défense en profondeur : le pré-positionnement de dispositions à la fois matérielles et organisationnelles : cellules de crise, plans d'urgence interne et externe, appel à la FARN (force d'action rapide du nucléaire, « pompiers du nucléaire », voir plus loin). Ce qui permet de mobiliser dans un délai très court les meilleures compétences nucléaires du pays, théoriques et opérationnelles, capables de mettre en œuvre des actions palliatives et/ou curatives en cas d'incident grave ou d'accident. Entre l'exploitant local, les experts centraux de l'exploitant, ceux du concepteur du réacteur (Framatome), ceux de l'IRSN et ceux de l'ASN, environ 300 personnes peuvent être mobilisées très rapidement en cas de situation de crise, à la fois localement en visio-conférence par liaisons sécurisées.

L'accident de TMI le 28 mars 1979 aux États-Unis

* Origine et conséquences de l'accident. Il s'est produit sur un réacteur appartenant à la filière eau pressurisée (REP) qui est celle de nos réacteurs actuels, même si le constructeur était différent. Le réacteur accidenté de 900 MW électriques avait été mis en service en 1974, soit 5 ans plus tôt seulement. Il était donc très récent.

L'origine humaine de l'accident est due à une mauvaise configuration d'un circuit suite à un essai, situation qui aurait pu être gérée si elle avait été correctement identifiée par les opérateurs. Le réacteur s'était arrêté automatiquement (arrêt de la réaction en chaîne) et il fallait évacuer la chaleur résiduelle. Mais, suite à des informations insuffisantes, car non retransmises en salle de commande, les opérateurs n'ont pas compris la situation et ont arrêté l'injection automatique d'eau dans le réacteur destinée à le refroidir, le contraire de ce qu'il fallait faire. Ce qui a conduit à un échauffement progressif du cœur du réacteur jusqu'à sa fusion partielle (45 % environ) dont 20 % environ ont coulé au fond de la cuve, sans cependant percer ses 20 cm d'épaisseur d'acier, ce qui a protégé le radier de l'enceinte de confinement.

La 1^{ère} barrière (gainés des combustibles) a cédé, la 2^{ème} (étanchéité du circuit primaire) a partiellement cédé mais pas le fond de cuve et la 3^{ème} barrière constituée par l'enceinte de confinement a pleinement joué son rôle et les rejets dans l'environnement ont été négligeables.

* Retour d'expérience qui en a été tiré. Il a été majeur pour toute la communauté mondiale du nucléaire. Le réacteur accidenté était correctement conçu sauf sur un point : ses « interfaces homme-machine » n'étaient pas suffisamment informatifs pour les opérateurs. On désigne par-là les moyens d'information dont disposent les opérateurs pour connaître l'état exact du réacteur ainsi que les moyens d'action qui leur permettent d'agir sur l'installation. L'importance cruciale de ces interfaces a été mise en évidence pour éviter ou en tout cas pour réduire considérablement les risques d'erreurs humaines.

Il en est résulté en France une remise à plat complète de ces aspects qui a notamment porté sur : l'ajout de capteurs donnant une connaissance plus fine de l'état du cœur ; la réorganisation des salles de commande afin de regrouper de façon plus synthétique et pédagogique les informations essentielles sur l'état du réacteur ; la refonte des procédures d'exploitation sur la base d'une nouvelle approche, dite « approche par états », prenant en compte les paramètres physiques du réacteur définissant son état réel, et non plus la séquence des événements ayant conduit à la situation dégradée ; l'extension de ces procédures à de nouvelles situations incidentelles et accidentelles ; etc.

Cette remise à plat s'est accompagnée d'études approfondies sur ce que l'on nomme les « facteurs organisationnels et humains » conduisant à prendre en compte les erreurs humaines afin de réduire les risques d'erreurs individuelles par la formation, par exemple avec l'entraînement systématique des opérateurs sur simulateurs, qui permet de les habituer à la gestion de séquences incidentelles et accidentelles, à l'image de ce qui se faisait déjà pour les pilotes d'avions, et de réduire les risques d'erreurs collectives par une bonne organisation des équipes, notamment par la création d'une fonction indépendante de sûreté assurée par un ingénieur de sûreté présent en permanence dans l'installation, qui apporte un regard indépendant sur la sûreté de fonctionnement de cette dernière et un diagnostic indépendant de celui des opérateurs en cas de situation anormale, en disposant d'un accès direct à la hiérarchie de l'entreprise. Enfin, la « culture de sûreté » qui consiste à porter une attention constante et prioritaire à la sûreté nucléaire a commencé à être développée suite à cet accident.

Ces aspects organisationnels et comportementaux continuent à faire l'objet d'attentions permanentes et d'améliorations continues car ce sont des facteurs essentiels de la sûreté en exploitation.

Enfin, cet accident a conduit à mettre en œuvre deux améliorations physiques majeures en termes de défense en profondeur :

- Le zirconium des gainés combustibles porté à très haute température en cas de manque de refroidissement a la propriété de décomposer l'eau en oxygène et hydrogène, gaz potentiellement explosif à certaines concentrations. Il ne faut donc pas le laisser s'accumuler dans l'enceinte. Des recombineurs d'hydrogène autocatalytiques passifs (c'est-à-dire qui n'ont pas besoin d'électricité pour fonctionner) ont donc été installés dans toutes les enceintes de confinement du parc français pour, en cas d'accident, recombinaison cet hydrogène en eau au fur et à mesure de sa production. Chaque enceinte de confinement est équipée de plusieurs dizaines de ces recombineurs.

NB : les explosions qui se sont produites sur les réacteurs de Fukushima étaient précisément des explosions d'hydrogène. Ces réacteurs n'étaient pas équipés de recombineurs.

- Un accident grave avec fusion du cœur étant susceptible de faire monter la pression dans l'enceinte de confinement au-delà de sa pression de dimensionnement, un système de décompression filtrée qui retient 99,9 % des aérosols radioactifs a été également ajouté afin de garantir l'intégrité des enceintes.

L'accident de Tchernobyl le 26 avril 1986 en Ukraine

* Origine et conséquences de l'accident. Cet accident s'est produit sur un réacteur de conception russe de la filière RBMK, très différente de celle de nos réacteurs à eau. L'origine de cette filière remonte aux années 1970. Elle a pour caractéristiques de pouvoir être construite avec des moyens industriels assez simples, de pouvoir atteindre de grandes puissances (1 000 à 1 500 MW), d'utiliser de l'uranium très peu enrichi (2 %) et d'être facilement plutonigène. Mais elle souffre de graves défauts de sûreté qui sont à l'origine de l'accident de Tchernobyl, sur un réacteur d'environ 1 000 MW électriques qui avait été mis

en service trois ans auparavant seulement.

Les causes profondes de cet accident sont doubles :

- Les réacteurs RBMK sont par conception instables à certains régimes (notamment à faible puissance) c'est-à-dire que la réaction nucléaire peut « s'emballer » spontanément. De plus, les barres de contrôle permettant de stopper cet emballement avaient une durée d'insertion beaucoup trop longue et leur mauvaise conception provoquait une augmentation de la puissance du réacteur au lieu de la diminuer au début de leur insertion !

- Un essai totalement hors procédures d'exploitation a été décidé. Il a été réalisé en violant les consignes de sécurité, la situation étant aggravée par la mise hors service des sécurités automatiques, manœuvre évidemment strictement interdite. Ce comportement aberrant pour un exploitant semble dû au fait que ce dernier a été soumis à une très forte pression politique assortie de menaces personnelles pour réaliser cet essai à tout prix, plusieurs autres exploitants de réacteurs RBMK ayant auparavant refusé de le réaliser car ils le jugeaient à juste titre beaucoup trop risqué.

Pour compléter l'analyse des causes profondes de l'accident, il est intéressant de noter que l'Institut Kurchatov, rattaché à l'Académie des Sciences d'URSS, a déclaré plusieurs années après :

« Pendant longtemps le Ministère de l'Energie de l'URSS a exploité les RBMK [...] sans prêter attention aux signaux inhabituels et répétés des systèmes de sûreté liés au niveau de puissance [...] et n'a pas exigé d'enquêtes approfondies sur les situations d'urgence. Nous sommes forcés de conclure qu'un accident du genre de celui de Tchernobyl était inévitable ».

Cette absence de prise en compte de signaux inhabituels répétés trahit une absence de culture de sûreté. Ce qui devait arriver arriva donc le 26 avril 1986 : le réacteur s'est emballé pour atteindre une puissance qui a été estimée par les experts entre 100 et 300 fois sa puissance nominale ! Les dégâts ont été majeurs : explosion des structures du réacteur, suivie par un incendie généralisé du graphite contenu dans ce type de réacteur. Il en est résulté des rejets massifs de radioactivité, à la fois locaux et à haute altitude, ces derniers ayant de ce fait été dispersés à grande distance. C'est de loin le plus grave de tous les accidents nucléaires survenus à ce jour.

Concernant les conséquences de l'accident sur la vie humaine, un rapport de 2008 de l'UNSCEAR (en français : Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants, organisme dont la neutralité ne peut être mise en doute) a dénombré officiellement 62 morts en l'espace de 22 ans après l'accident, dont 47 pompiers qui étaient intervenus dès les premières heures et avaient été très fortement irradiés (28 sont morts dans les jours et semaines qui ont suivi et 19 entre 1986 et 2004) et, dans les populations environnantes, 15 décès par cancers de la thyroïde, intervenus entre 1991 et 2005.

* Retour d'expérience qui en a été tiré . Le retour d'expérience de l'accident de Tchernobyl a été très faible dans le domaine purement technologique, la technologie de ce réacteur étant très différente de celle des nôtres. Néanmoins, cet accident a attiré l'attention sur les accidents de réactivité qui ont été revisités.

Par contre, il a conduit à plusieurs progrès organisationnels : un renforcement majeur de la culture de sûreté, dont l'absence avait été criante dans les causes de cet accident (signaux inhabituels et répétés ignorés) ; un approfondissement des organisations de crise accidentelles et post-accidentelles qui existaient depuis l'accident de TMI mais ont été améliorées, notamment en termes de confinement ou d'évacuation des populations ; la création de WANO, association d'exploitants nucléaires mondiaux qui ont décidé de coopérer et d'échanger leurs meilleures pratiques pour améliorer la sûreté des réacteurs et réduire la probabilité de nouveaux accidents ; enfin, la création de l'échelle INES (en français : Échelle internationale des événements nucléaires) destinée à mieux informer le public de la gravité d'un incident ou d'un accident nucléaire susceptible de survenir dans le monde. L'accident de Tchernobyl a été classé au niveau de gravité 7 le plus élevé (« accident majeur ») comme le sera plus tard celui de Fukushima. Celui de TMI a été rétroactivement classé au niveau de gravité 5 (« accident entraînant des risques hors du site »).

L'accident de Fukushima le 11 mars 2011 au Japon

* Origine et conséquences de l'accident. Cet accident s'est produit sur la côte Est du Japon (face à

l'océan Pacifique), sur le site de la centrale de Fukushima-Daiichi et a affecté 4 réacteurs appartenant à la filière eau bouillante - également différente de nos réacteurs - mis en service entre 1971 et 1978 et dont les puissances unitaires allaient de 440 à 760 MW électriques.

L'événement initiateur a été un séisme de magnitude 9,1 sur l'échelle de Richter (valeur très élevée) dont l'épicentre était à environ 130 km des côtes du Japon et qui a déclenché une vague de tsunami très puissante. Le séisme a, comme prévu, provoqué l'arrêt automatique des réacteurs nucléaires 1 à 3 qui étaient en fonctionnement. Les lignes électriques externes ayant été endommagées par le séisme, les générateurs de secours à moteur diesel, prévus pour alimenter les systèmes de secours en électricité dans ces circonstances, ont normalement et immédiatement pris le relais pour refroidir les cœurs des réacteurs. Mais la vague de tsunami de plus de 14 m arrivée moins d'une heure après a complètement submergé et noyé le site qui n'était protégé que par une digue d'environ 6 m de haut. Les diesels de secours ont alors été irrémédiablement perdus, de même que les réserves en eau de refroidissement. Les réacteurs se sont alors retrouvés sans aucun moyen de refroidissement et la température de leurs combustibles a alors progressivement augmenté jusqu'à la fusion partielle des cœurs des réacteurs 1 à 3 et à la production de fortes quantités d'hydrogène qui se sont accumulées dans les bâtiments réacteurs et ont provoqué des explosions et le relâchement d'éléments radioactifs dans l'atmosphère. Cependant, il n'y a pas eu de rejets importants à haute altitude comme à Tchernobyl, et grâce à des conditions météorologiques favorables, les rejets sont surtout retombés localement et dans l'Océan Pacifique. Seule une petite partie du territoire japonais a été concernée et les pays étrangers ont été totalement épargnés.

Concernant les conséquences humaines, les doses de radioactivité reçues par les travailleurs et plus encore par les populations ont été très limitées grâce aux évacuations de ces dernières. Elles n'ont donc provoqué aucun décès à court terme et leurs conséquences à long terme ont rapidement été jugées faibles par les experts de l'OMS, ce qui s'est confirmé par la suite, avec maintenant 10 ans de recul. Le traumatisme principal a en fait été celui de l'évacuation pour les 130 000 personnes environ concernées, qui est venu s'ajouter à celui provoqué par la noyade d'environ 18 000 personnes prises par la vague du tsunami.

* Causes profondes de l'accident. Suite à cet accident, deux rapports d'enquête ont été commandités, l'un par le Gouvernement, l'autre par le Parlement japonais. Leurs conclusions sont édifiantes : extraits du rapport de la Commission d'enquête parlementaire indépendante, rapportés par plusieurs titres de la presse française, en juillet 2012, en particulier dans l'article intitulé « *Rapport de la commission indépendante sur la catastrophe nucléaire de Fukushima : la vérité dévoilée* » :

« L'accident nucléaire de la centrale de Fukushima Daiichi ne peut pas être considéré comme une catastrophe naturelle. Il s'agit d'un désastre dont l'origine humaine est profonde et qui aurait pu et dû être prévu et anticipé »

Et plus loin :

« La catastrophe est le résultat d'une collusion entre le gouvernement, les agences de régulation et l'opérateur Tepco et de défaillances de gouvernance de ces instances »

Ou encore :

« Toutes les institutions ont failli dans leurs rôles en se montrant incapables de mettre en place les standards les plus élémentaires de sécurité [...] Sans l'enquête menée par cette commission, la plupart des faits révélant la collusion entre les régulateurs et les autres acteurs n'auraient jamais été dévoilés. Leur indépendance vis-à-vis des politiques, des ministères pro-nucléaires et des opérateurs a été une parodie. Ils ont effectivement trahi le droit de la nation à être à l'abri d'accidents nucléaires »

Tout est dit, et très clairement par les Japonais eux-mêmes, et confirme bien que l'accident de Fukushima est dû à une défaillance massive et généralisée de l'organisation de la sûreté nucléaire au Japon, allant de l'exploitant aux autorités de sûreté et mettant en cause leurs dirigeants au plus haut niveau.

L'un des faits majeurs expliquant ces conclusions est l'ignorance volontaire des risques de tsunami par les décideurs, qui pourtant savaient de façon certaine mais ont fermé les yeux. Si l'on en croit la presse japonaise, les alertes sérieuses avaient été nombreuses, la plus récente résultant d'un rapport établi par... les ingénieurs en charge de la sûreté de la centrale nucléaire de Fukushima-Daiichi eux-mêmes, rapport qui a été présenté en juillet 2007 à Miami lors d'une conférence internationale sur l'ingénierie nucléaire.

Ce rapport concluait en effet que la probabilité qu'une vague de tsunami puisse dépasser la hauteur maximale de la digue de protection du site (de l'ordre de 6 m, pour rappel), était estimée à 10 % dans les cinquante ans à venir... Or, une probabilité de 0,1/50 soit de 0,002 par an est considérée comme extraordinairement élevée dans le domaine de la sûreté nucléaire. En outre, un tel résultat n'avait rien d'étonnant pour cette région côtière du Japon : l'histoire récente du pays fait état de vagues de tsunami exceptionnelles observées dans la ville d'Ōfunato, située à 260 km au Nord de la centrale accidentée : 25 m de haut lors du séisme de 1896 et 29 m lors du séisme de 1933 ! Soit une fréquence de 2 vagues exceptionnelles observées depuis un peu plus d'une centaine d'années avant celle de 2011...

Face à un tel résultat, il n'y avait qu'une seule solution : le faire vérifier de manière indépendante puis surtout en tirer toutes les conséquences concrètes. Mais la direction de Tepco n'a rien fait... Et les autorités de sûreté japonaises n'y ont apparemment pas trouvé à redire...

C'est sans doute ce qui a permis, avec d'autres éléments, à la Commission parlementaire d'enquête d'affirmer que cet accident était d'origine profondément humaine, était prévisible et aurait pu et dû être anticipé, donc évité.

* Retour d'expérience qui en a été tiré. Cet accident, catastrophique pour les 130 000 habitants qui ont dû quitter leur domicile et leurs activités et dévastateur pour l'image de l'énergie nucléaire au Japon et dans le monde (même si c'est avant tout la « folie des hommes » qu'il faut incriminer, voir ci-dessus) a eu au moins un mérite : conduire la communauté nucléaire mondiale à approfondir certains scénarios complémentaires de défaillances, permettant de diminuer encore un peu plus la probabilité d'accidents graves, en renforçant les protections existantes.

La France fait partie des pays qui ont poussé le plus loin l'analyse et la prise en compte de mesures complémentaires destinées à faire face à ce qui a manqué à Fukushima : les moyens d'évacuation de la puissance résiduelle des éléments combustibles, en réacteurs ou en piscines de désactivation des éléments combustibles usés. À savoir des sources ultimes d'électricité et d'eau disponibles même en cas d'accidents extérieurs les plus graves.

En France, trois catégories de mesures complémentaires ont ainsi été décidées très rapidement après l'accident de Fukushima, mises en œuvre dans l'ordre suivant :

° Mise en place d'une organisation complémentaire d'ultime secours. Il s'agit de la création de la FARN (Force d'Action Rapide Nucléaire) déjà évoquée plus haut, sorte de « pompiers du nucléaire » capables d'intervenir en moins de 24 heures sur n'importe quel site nucléaire accidenté en France pour apporter et mettre en œuvre des moyens autonomes de réalimentation en eau et électricité et apporter une capacité d'appui aux équipes d'exploitation. Cette structure composée de 300 personnes spécialement entraînées, est répartie sur 4 sites de centrales pour réduire les temps de parcours vers les autres sites. Chaque équipe de la FARN est dotée de véhicules d'accès tout terrain, capables de franchir des voies en mauvais état, ainsi que de matériels de secours (groupes électrogènes, pompes, etc.) qui peuvent être acheminés en moins de 12 heures et mis en service en moins de 24 heures. En cas d'inaccessibilité par la route, la FARN peut également recourir à des hélicoptères. Cette organisation est opérationnelle depuis fin 2015.

° « Durcissement » des installations existantes. Celui-ci inclut notamment la création de « noyaux durs » capables de fournir de l'électricité et de l'eau, avec les moyens de contrôle-commande associés, même en cas d'agressions externes (séismes, inondations, etc.) nettement supérieures à celles prises en compte dans le dimensionnement réglementaire initial ou réévalué des installations. On citera (non exhaustif) :

- Pour chaque réacteur, l'adjonction d'un groupe électrogène diesel d'ultime secours « durci », capable de résister à des séismes plus violents, des inondations du site, des vents extrêmes, etc. Ces groupes diesel viennent s'ajouter aux groupes électrogènes diesel de secours existants : 9 sur un site à 4 réacteurs, 5 sur un site à 2 réacteurs, 4 sur un site comportant un seul réacteur (EPR). L'autre adjonction est la création d'un point d'alimentation en eau d'ultime secours sécurisé (c'est-à-dire ne pouvant pas faire défaut : notamment, nappe phréatique, réserve d'eau de très grande capacité). Ces fonctions ultimes sont actuellement opérationnelles sur la totalité des sites, quelques sites étant provisoirement munis de réserves d'eau provisoires (bâches de 1 000 m³ anti-incendie par réacteur) en attendant la qualification des sources ultimes définitives.

- Pour chaque site, l'adjonction d'un nouveau bâtiment dénommé « Centre de Crise Local » capable de

résister aux mêmes agressions majorées, pour servir de poste de commandement avancé de gestion de crise, y compris en longue durée si nécessaire.

° À plus long terme, mise en œuvre de dispositions complémentaires permettant de se rapprocher des exigences de sûreté des réacteurs de génération 3 (ceux qui sont actuellement en cours de construction) avec l'objectif d'éviter tout rejet radioactif dans l'environnement en cas d'accident.

Ces améliorations portent sur deux points majeurs : le premier concerne le renforcement de la fonction de confinement des matières radioactives à l'intérieur des enceintes, même en cas d'accidents grave avec fusion du cœur, grâce à l'ajout d'un dispositif d'étalement et de refroidissement du « corium » (produits du cœur fondu) et d'une évacuation supplémentaire de la chaleur qu'il dégage dans l'enceinte ; le second concerne le renforcement et la diversification des moyens d'alimentation en eau des piscines de désactivation des combustibles usés, afin d'assurer leur alimentation en eau en toutes circonstances.

Ces améliorations beaucoup plus lourdes sont actuellement en cours de mise en œuvre sur les réacteurs de 900 MW et se poursuivront sur les autres réacteurs de 1 300 et 1 450 MW.

Pour conclure

Il ressort de l'analyse de ces accidents qu'ils résultent tous de causes humaines : simples erreurs humaines dans le cas de TMI, irresponsables fautes majeures commises par des décideurs dans les cas de Tchernobyl et Fukushima, qui constituent les accidents de loin les plus graves. Quelles leçons en tirer ?

D'abord, que la préoccupation de sûreté nucléaire doit impérativement partir du sommet de la chaîne des responsabilités, c'est-à-dire de la tête des entreprises qui mettent en œuvre cette énergie. Ce n'était le cas ni de Tchernobyl, dont les faiblesses de sûreté ont été négligées et dont les exploitants ont été soumis à des pressions politiques extérieures lors de l'essai qui a conduit à la catastrophe, ni de Fukushima, dont les dirigeants se sont bouché les yeux avec l'aval tacite de leurs autorités de sûreté nucléaire, alors qu'ils disposaient de multiples alertes.

La conséquence qu'il faut en tirer est que cette énergie doit impérativement être confiée à des dirigeants qui en ont une connaissance scientifique et technique les rendant aptes à en apprécier les risques et à faire partager ces derniers à leurs collaborateurs. C'est une première condition, le message de sûreté doit partir du haut pour se démultiplier et être diffusé et partagé à tous les niveaux de l'organisation, dont tous les membres doivent disposer des compétences nécessaires.

Une deuxième condition est de mettre en place une relation contrôleur/contrôlé entre une autorité de sûreté et un exploitant qui soit fondée sur la compétence et la rigueur des deux côtés. Être soumis à un contrôle indépendant qui questionne intelligemment est nécessaire pour se maintenir à un haut niveau de vigilance et progresser.

Ces deux conditions ne permettront jamais d'affirmer qu'un accident est impossible. Par contre, elles peuvent le rendre extrêmement improbable et surtout en réduire les conséquences extérieures s'il advenait, par des mesures préventives de sûreté et de sauvegarde bien conçues.

La France s'inscrit dans ce schéma : elle dispose d'une réglementation et d'une autorité de sûreté exigeantes, d'un exploitant (premier responsable de la sûreté, rappelons-le) compétent et qui met la sûreté au sommet de ses préoccupations permanentes, et d'une pratique d'amélioration de la sûreté qui s'appuie depuis 40 ans sur la prise en compte du retour d'expérience en exploitation, en France et à l'étranger, c'est-à-dire sur la complexité du réel, bien supérieure à la seule imagination des hommes, forcément limitée, personne ne pouvant se prévaloir d'avoir « tout prévu ». Elle fait partie avec quelques autres, des pays qui sont allés le plus loin dans les améliorations de sûreté de leurs réacteurs, suite aux accidents qui se sont produits dans le monde. Ceci sans oublier l'importance accordée aux facteurs organisationnels et humains qui structurent la « culture de sûreté ».

Enfin, il ne faut pas négliger des aspects culturels plus profonds. C'est l'Europe qui a « inventé » l'humanisme, qui met la vie humaine au sommet des valeurs, ce qui influence en profondeur certains comportements. Et ce n'est peut-être pas un hasard si ce continent, pendant longtemps le plus nucléarisé au monde avec les États-Unis, n'a pas connu d'accident nucléaire grave. Par contre, ni l'URSS, ni le Japon, n'avaient de culture humaniste (c'est en train de changer au Japon avec l'émergence des nouvelles générations) et faisaient passer la vie humaine après bien d'autres considérations.

Un autre aspect de la valeur donnée à la vie humaine est souligné par François Lévêque dans son excellent livre « Nucléaire On/Off ». Il s'agit du fait que les exploitants de tous niveaux de responsabilité des centrales nucléaires françaises, du directeur jusqu'aux compagnons en passant par les ingénieurs et techniciens, vivent tous avec leurs familles à proximité de ces dernières, dans un rayon qui n'excède pas 10 à 20 km en général, et sont intégrés aux populations locales, dont beaucoup sont d'ailleurs issus. Par conséquent, au-delà de leur responsabilité morale à l'égard de ces populations et plus généralement du pays, ils ont un intérêt majeur à ne pas mettre en danger leur propre famille.

En conclusion, à condition de continuer à être exploitée de façon responsable et rigoureuse, l'énergie nucléaire ne constitue pas, et de loin, le plus grand des dangers auxquels la vie humaine est confrontée : depuis un demi-siècle qu'elle est exploitée en France, cette énergie n'a provoqué aucun mort par irradiation ou contamination. Dans le même temps, la route a tué plus de 500 000 personnes. Ce constat factuel devrait rassurer les honnêtes citoyens à un moment où l'humanité est confrontée à l'immense défi du dérèglement climatique, porteur de nombreux dangers, y compris sur la vie humaine.

Or, l'électricité nucléaire est, avec l'électricité hydraulique, la moins émettrice de CO₂ de toutes ; elle est pilotable (capable de s'adapter à la demande) ; elle peut être produite en très grandes quantités ; elle procure une grande indépendance énergétique (plusieurs années de stock d'uranium existent sur le territoire français) ; enfin, son coût de production est compétitif ce qui garantit un prix raisonnable à long terme pour les consommateurs.

Peut-on s'offrir le luxe de se passer de cette source d'énergie alors que l'on dispose des capacités humaines, scientifiques et technologiques permettant de la maîtriser, et que les autres sources peu carbonées possibles se limitent à l'éolien et au photovoltaïque, seules à disposer d'un potentiel de développement important mais qui sont intermittentes et fortement variables ? Et qui seraient en tout état de cause incapables de produire toute l'électricité nécessaire en 2050, comme le montrent sans ambiguïté les résultats de la dernière étude de RTE.

La conséquence est majeure : le choix du nucléaire n'est pas un simple choix technologique, mais un choix de société : s'en priver conduirait à accepter de consommer beaucoup moins d'énergie en 2050, car l'électricité en représentera la part essentielle, et de payer beaucoup plus cher cette quantité d'électricité réduite, avec des répercussions délétères sur notre statut de pays développé et le niveau de vie de ses citoyens. Le refus assuré de cette décroissance sévère par les citoyens amènerait à importer des quantités massives de gaz fossile, dont il faudrait capter et stocker les émissions de CO₂, tout cela à grands frais et en se mettant sous la dépendance géopolitique des fournisseurs de gaz.

Est-ce réellement l'avenir que l'on souhaite ? Il est à mettre en balance avec le risque résiduel extrêmement faible d'un accident nucléaire.

Sources et Références

Les trois accidents nucléaires survenus dans le monde ont donné lieu à un très grand nombre d'analyses et de publications qu'il est impossible de citer de façon exhaustive. La présente étude s'appuie sur un certain nombre d'entre-elles, notamment :

* Concernant les accidents eux-mêmes, des textes publiés par des organismes internationaux et nationaux portant sur :

° Les analyses des causes de ces accidents et de leurs déroulements (AIEA : Agence internationale de l'énergie ; AEN : Agence pour l'énergie nucléaire ; ASN : Autorité de sûreté nucléaire ; IRSN : Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire ; SFEN : Société française d'énergie nucléaire) ;

° Des analyses de leurs conséquences sur l'environnement et la santé (OMS : Organisation mondiale de la santé ; UNSCEAR : en français, Comité scientifique des Nations unies pour l'étude des effets des rayonnements ionisants ; IRSN) ;

* Concernant les Facteurs Organisationnels et Humains dans la gestion des risques ainsi que la culture de sûreté, de très nombreux textes ont également été publiés, notamment par l'AIEA ; l'AEN ; l'IRSN ;

- * L'article : La disqualification de l'expertise : un risque grave pour la rationalité des décisions politiques - Par Yves Bréchet, Académicien des Sciences - Académie des Sciences morales et politiques - 28 novembre 2011 ;
- * L'Avis de l'Académie des sciences sur la filière nucléaire française - 10 janvier 2012 ;
- * Concernant l'accident de Fukushima, l'article intitulé : Rapport de la commission indépendante sur la catastrophe nucléaire de Fukushima : la vérité dévoilée - Par Jean-Marc ROYER - 23 juillet 2012 ;
- * Le livre : Nucléaire On/Off - Par François Lévêque - Dunod - Novembre 2013 ;
- * Concernant les dernières modifications post-Fukushima des réacteurs français : Position de l'ASN sur les conditions de la poursuite de fonctionnement des réacteurs nucléaires de 900 MWe au-delà de leur 4e réexamen périodique - asn.fr - Décembre 2020
- * Enfin, cette note a fait l'objet d'une relecture attentive par d'anciens responsables de l'exploitation des centrales nucléaires françaises et intègre leurs observations éclairées.

Copyright © 2022 Association Sauvons Le Climat