

Fukushima deux ans après :

l'industrie nucléaire
« irresponsable »

Mars 2013

GREENPEACE

Sommaire

Résumé	5
Chapitre 1 : Fukushima deux ans après : des victimes livrées à elles-mêmes Par Davic McNeill	12
Chapitre 2 : Situation et analyse de la responsabilité civile nucléaire à l'échelle internationale Par Antony Froggatt	25
Chapitre 3 : La chaîne d'approvisionnement des centrales nucléaires Par Stephen Thomas	43

Pour en savoir plus, contacter : Greenpeace France (tel. 01 80 96 96 96)

Rédaction : Antony Froggatt, David McNeill, Stephen Thomas et Rianne Teule

Édition : Brian Blomme, Steve Erwood, Nina Schulz et Rianne Teule

Traduit de l'anglais par : Babelscope, Delphine de la Encina

Remerciements : Jan Beranek, Kristin Casper, Jan Haverkamp, Yasushi Higashizawa, Greg McNevin, Jim Riccio, Ayako Sekine, Shawn-Patrick Stensil, Kazue Suzuki, Hisayo Takada, Aslihan Tumer

Conception graphique : Sue Cowell/Atomo Design Cover

Version française : Delphine de la Encina

Image de couverture : Rues désertes du sud-est de la ville de Kawamata, dont la plupart des habitants ont été évacués en raison de la contamination radioactive. © Robert Knoth / Greenpeace

JN 444

publié en mars 2013 par Greenpeace France
13 rue d'Enghien
75010 Paris
www.greenpeace.fr

Image : jouets à l'abandon dans la cour d'une école maternelle où Greenpeace est allée effectuer des mesures de radioactivité.

© NORIKO HAYASHI / GREENPEACE



Les gouvernements ont mis en place un système qui consiste à préserver les intérêts des entreprises du nucléaire, et à faire payer le prix fort aux victimes des catastrophes.

Le secteur nucléaire est dispensé d'assumer la responsabilité de ses échecs.



Image : Vue aérienne de la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi à la suite de l'accident du 11 mars 2011.

Résumé

Depuis que l'énergie nucléaire a commencé à être utilisée pour produire de l'électricité, il y a plus de 60 ans, l'industrie nucléaire bénéficie d'un statut privilégié : elle est dispensée d'assumer la responsabilité de ses erreurs. Les gouvernements ont mis en place un système qui consiste à préserver les intérêts des entreprises du nucléaire, et à faire payer le prix fort aux victimes des catastrophes.

L'accident survenu à la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi en mars 2011 au Japon montre, une fois de plus, que l'industrie nucléaire encaisse les bénéfices tandis que la population, elle, accuse le coup. Près de deux ans plus tard, des centaines de milliers de personnes continuent d'être exposées à la contamination radioactive à long terme causée par l'accident. La vie des habitants ne sera jamais plus comme avant. Ils ont perdu leur maison, leur travail, leurs terres, leur cadre et leur mode de vie.

Ils ont toujours beaucoup de mal à obtenir une indemnisation équitable dans des délais raisonnables. Dans le même temps, l'industrie nucléaire continue d'échapper à ses responsabilités. Les vieilles habitudes ont déjà repris : les entreprises nucléaires continuent leurs activités comme si de rien n'était, tout en engendrant des risques nucléaires.

Comment se fait-il que, à l'exception de l'opérateur Tokyo Electric Power (TEPCO), qui a été nationalisé, l'industrie nucléaire n'ait pas versé un seul centime au titre des dommages causés par l'accident de Fukushima, qui se chiffrent à plusieurs dizaines de milliards de dollars ? Comment se fait-il que les entreprises qui ont remporté des contrats juteux pour assurer la construction, l'entretien et l'exploitation de la centrale de Fukushima (dont GE et Hitachi), continuent d'exercer leurs activités comme si de rien n'était ?

Aujourd'hui, il faut bien se rendre à une évidence douloureuse : les failles systémiques de l'industrie nucléaire ont amplifié les souffrances des victimes. De nombreux habitants délogés continuent de survivre dans des conditions sommaires, sans pouvoir regagner leur domicile ni avoir les moyens de reconstruire leur vie dans un autre endroit.

Comment en est-on arrivé là ? Le régime de responsabilité civile du nucléaire mis en place par l'industrie nucléaire et les gouvernements protège les industriels et fait endosser aux populations le coût des erreurs et des catastrophes. Si l'on veut préserver les populations du risque nucléaire, il faut réformer ce système en profondeur et amener l'ensemble des acteurs industriels à rendre compte de leurs actes et de leurs échecs.

En février 2012, dans un rapport intitulé *Enseignements de Fukushima*¹, Greenpeace examinait les principales causes de l'accident de Fukushima : les défaillances des institutions, des régulateurs et des industriels, notamment la non-prise en compte des risques nucléaires, la non-application des normes de sûreté adéquates, l'incapacité de protéger le public en situation d'urgence et le refus de garantir aux victimes une indemnisation appropriée.

Ce nouveau rapport de Greenpeace montre **comment le secteur nucléaire est dispensé d'assumer la responsabilité de ses échecs**. L'industrie nucléaire, à la différence d'autres industries, n'est pas tenue d'indemniser totalement les victimes pour les effets incommensurables, transfrontaliers et persistants provoqués par les catastrophes nucléaires.

Comme le montre le rapport, l'état d'avancée de l'indemnisation des victimes de Fukushima illustre les graves problèmes liés à l'absence d'obligation de rendre des comptes en cas d'accident nucléaire. Le rôle des fournisseurs d'équipements nucléaires dans la défaillance des réacteurs est également analysé.

Le rapport dénonce en outre les deux principaux « **boucliers** » qui protègent l'industrie nucléaire :

- Les conventions et lois internationales en matière de responsabilité plafonnent le montant total des indemnités disponibles en cas d'accident et exonèrent les fournisseurs d'équipements nucléaires – qui tirent pourtant leurs revenus de la construction et de l'entretien des réacteurs – de toute responsabilité. Les régimes prévus par ces instruments ne permettent de provisionner qu'une infime partie du montant réel des réparations dues lors d'accidents, tout en dissuadant les fournisseurs de prendre des mesures visant à réduire les risques nucléaires.
- La chaîne de production nucléaire se caractérise par sa complexité et ses multiples couches superposées. Ces caractéristiques aggravent l'absence d'obligation de rendre des comptes pour les fournisseurs d'équipements nucléaires. Des centaines d'entreprises différentes sont chargées de fournir des équipements et d'assurer des services indispensables à la sûreté d'un réacteur. Cependant, elles ne peuvent en aucun cas être tenues pour responsables lorsqu'un problème survient.

Fukushima deux ans après – des victimes livrées à elles-mêmes

Pour être équitablement indemnisées, c'est un **véritable combat que doivent mener** les victimes de la catastrophe de Fukushima. C'est ce combat que nous livre le journaliste David McNeil dans le chapitre 1. Deux ans après l'accident nucléaire, les conséquences humaines se font toujours sentir. Des victimes et des témoins ont confié au journaliste les multiples obstacles auxquels ils sont confrontés pour obtenir réparation. Mme Kameya, 68 ans, affirme ainsi : « Les gens pensent que les victimes de ce genre d'accident obtiennent beaucoup d'argent, mais ils ont tort. »

À la suite de la catastrophe, 160 000 personnes se trouvaient dans le périmètre d'évacuation obligatoire et ont été contraintes de déménager, tandis que des centaines de milliers d'autres ont « volontairement » fui les zones irradiées. Repartir de zéro n'est déjà pas facile, mais le processus de compensation, complexe et fastidieux, est loin de leur faciliter la tâche.

Les personnes déplacées sont livrées à elles-mêmes, sans pont entre le passé et l'avenir. Les problèmes du système de compensation sont multiples. Le traitement des demandes d'indemnisation prend du retard, et le montant des indemnités mensuelles ne permet pas aux victimes de survivre, encore moins de commencer une nouvelle vie. Toutes les personnes qui ont quitté les zones contaminées ne peuvent pas prétendre à une indemnisation, et celles qui sont éligibles ne reçoivent qu'une fraction de la valeur de la maison ou des biens qu'elles ont perdus.

Le système d'indemnisation a été conçu de telle sorte que, dans un premier temps, les fonds soient financés par le gouvernement. Mais depuis la nationalisation de TEPCO en juin 2012, il apparaît clairement que c'est bien le contribuable japonais qui, en définitive, règlera l'addition de Fukushima. En décembre 2012, la compagnie avait demandé au Fonds de versement des indemnités pour les dégâts nucléaires, adossé à l'État, de l'aider à payer des indemnités pour un montant total d'environ 3 240 milliards de yens (36,5 milliards de dollars). Dans le même temps, le gouvernement japonais a injecté 1 000 milliards de yens (environ

12,5 milliards de dollars – taux de change 2012) dans TEPCO en mai 2012 pour lui éviter la faillite. Au total, ce sont près de 3 500 milliards de yens d'argent public qui ont été versés dans l'entreprise depuis le début de la catastrophe de Fukushima.

Les fournisseurs d'équipements nucléaires échappent à toute responsabilité

Quel rôle les fournisseurs nucléaires ont-ils joué dans la catastrophe de Fukushima ? C'est également la question que se pose David McNeil. La centrale nucléaire de Fukushima Daiichi compte six réacteurs, les unités 1 à 5 abritant des réacteurs de type Mark I, dont la compagnie américaine General Electric (GE) est à l'origine de la conception. GE a fourni les réacteurs des unités 1, 2 et 6, les autres ayant été fournis par des entreprises japonaises : Toshiba pour les unités 3 et 5, Hitachi pour l'unité 4.

Tous les fournisseurs de la centrale de Fukushima Daiichi, y compris GE, Hitachi et Toshiba, n'ont actuellement aucune responsabilité à assumer concernant la catastrophe survenue le 11 mars 2011. Au contraire, nombre d'entre eux **tirent parti** aujourd'hui de la catastrophe. GE, Hitachi et Toshiba, entre autres, participent à la décontamination du site et des zones irradiées, y compris au démantèlement des réacteurs.

D'après un rapport de la commission d'enquête indépendante de la Diète (Parlement japonais), la construction du réacteur 1 de Fukushima avait été confiée par TEPCO à GE dans le cadre d'un contrat « clé en main » qui plaçait « toutes les responsabilités » sur GE. Le réacteur de l'unité 1 de Fukushima était le premier du type Mark I jamais construit, et le chantier a connu de nombreuses difficultés. Les normes de conception parasismique japonaises étaient bien plus exigeantes que celles prévues par la conception originale. L'intégration des caractéristiques techniques japonaises ont été problématiques, et des renforcements ad-hoc ont dû être effectués au cours de la construction.

Dans les années 1970, un ingénieur de GE, Dale G. Bridenbaugh, a contesté publiquement les capacités de résistance du réacteur Mark I de GE à une perte de refroidissement. Le rapport de la Diète ajoute que les enceintes de confinement de Fukushima ont été renforcées dans les années 1980, mais que « ce renforcement n'était pas prévu pour résister à des accidents d'une telle ampleur ». Le rapport conclut que durant l'accident du 11 mars 2011, la pression à l'intérieur des enceintes de confinement dépassait largement le dimensionnement, atteignant parfois près du double des capacités prévues dans le cas de l'unité 1.

Des anciens employés de GE se souviennent que TEPCO a délibérément choisi de passer outre l'avis de ses ingénieurs et de conserver la conception originale de GE en plaçant les groupes électrogènes de secours à moteur diesel et leurs batteries dans le sous-sol des enceintes de la turbine. Cette négligence a engendré des conséquences désastreuses au cours de l'accident. Mitsuhiro Tanaka, ancien ingénieur d'Hitachi, avait participé à la construction de la cuve sous pression du réacteur de l'unité 4. Dans les dernières étapes de la construction, l'intégrité de la cuve était dangereusement compromise, ce qui aurait légalement dû obliger Hitachi à s'en défaire. Mais, risquant la faillite, Mitsuhiro Tanaka indique que la compagnie a dissimulé les défauts et finalement installé la cuve sur le site de Fukushima.

En septembre 1989, l'autorité de sûreté nucléaire américaine (Nuclear Regulatory Commission, NRC) a encouragé les propriétaires de réacteurs Mark I à installer des systèmes d'éventage dits « renforcés » pour empêcher une défaillance grave du confinement en cas d'accident. Ces gaines étaient censées faciliter le contrôle de la baisse de pression au sein du bâtiment de confinement. Au cours de l'accident de Fukushima, ces dispositifs se sont avérés inefficaces, et l'absence de filtres a aggravé les rejets radioactifs.

Les conventions sur la responsabilité civile nucléaire protègent l'industrie, pas la population

L'industrie nucléaire **bénéficie indûment d'un statut d'exception**. Contrairement à de nombreux autres secteurs à risques, les conventions sur la responsabilité civile en matière nucléaire ont été établies de façon à protéger les industriels – notamment les exploitants, les fournisseurs et les investisseurs. Les accords en vigueur ne garantissent pas que les victimes puissent obtenir pleinement réparation dans des délais raisonnables en cas d'un accident grave.

Dans le chapitre 2, Antony Froggatt (consultant indépendant, chercheur et membre émérite du Royal Institute of International Affairs du Royaume-Uni) passe en revue les conventions internationales existantes en matière de responsabilité civile nucléaire. Il analyse ensuite les lacunes de ces instruments et leurs répercussions, notamment le plafonnement des indemnités, l'absence d'obligation de rendre des comptes pour les fournisseurs et la possibilité pour les exploitants de ne pas réunir les garanties financières nécessaires à la couverture des dommages.

Les principaux problèmes des conventions internationales en matière de responsabilité civile nucléaire sont les suivants :

- Ces instruments poursuivent des objectifs antagonistes, voire incompatibles. Ils ont plafonné le montant des indemnités disponibles pour instaurer un contexte économique propice à l'essor de l'industrie nucléaire. Mais dans le même temps, ils sont censés permettre aux victimes d'être indemnisées pleinement et dans des délais raisonnables en cas d'accident.
- Seul l'exploitant d'une centrale nucléaire peut être tenu pour responsable des dommages causés. Les entreprises chargées de la construction ou de la maintenance des centrales n'ont aucun compte à rendre.
- Le montant total des indemnités disponibles est plafonné et largement sous-estimé par rapport aux véritables coûts engendrés par un accident nucléaire.
- Le concept de « dommages nucléaires » est défini de façon restrictive, tous les types de préjudices causés par un accident nucléaire n'étant pas pris en compte.
- Les tribunaux du pays dans lequel un accident nucléaire se produit sont les seuls compétents pour examiner les demandes d'indemnisation. Ainsi, **les victimes potentielles dans d'autres pays ne peuvent former de recours devant leurs propres tribunaux.**

La catastrophe de Fukushima nous a montré que même lorsque la responsabilité de l'exploitant était illimitée, comme c'est le cas au Japon, le système demeurait largement inadapté, inéquitable et injuste. En cas d'accident nucléaire, le coût des dommages est généralement bien plus élevé que les provisions de l'exploitant. La loi japonaise dispensant les fournisseurs de toute responsabilité, l'industrie nucléaire ne paie en réalité qu'une infime partie des coûts de la catastrophe.

Comme le soulignait l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE en 1993, le fait de tenir uniquement l'exploitant, pour responsable permet de « minimiser les charges qui pèsent sur l'industrie du nucléaire dans son ensemble, car les personnes qui participent à l'exploitation d'une centrale nucléaire, notamment les fournisseurs et les transporteurs, n'ont ainsi pas besoin d'une assurance complémentaire en sus de celle de l'exploitant ² ». Cette situation doit changer. **La population doit passer avant les bénéfices de l'industrie nucléaire.**

Le fait d'obliger les fournisseurs à payer pour leurs erreurs non seulement profiterait aux victimes potentielles mais, en outre, renforcerait la responsabilisation et la transparence en incitant les entreprises d'un bout à l'autre de la chaîne d'approvisionnement à prévenir toutes défaillances.

Rares sont les pays dans lesquels les fournisseurs nucléaires ne sont pas protégés. Reconnaisant cette injustice fondamentale, l'Inde a adopté une loi sur le nucléaire autorisant les exploitants de centrales à saisir la justice en cas « d'actes intentionnel ou de négligence grave de la part du fournisseur ». Les législations en vigueur en Russie et en Corée du Sud permettent aux exploitants de demander des indemnités aux fournisseurs en cas de négligence.

On estime que les dommages des catastrophes nucléaires de Tchernobyl et de Fukushima se montent à plusieurs centaines de milliards d'euros. Ces chiffres offrent un contraste saisissant par rapport aux montants d'indemnisation prévus par les conventions existantes (entre 0,3 et 1,5 milliards d'euros).

Si l'on veut mettre un place un régime de responsabilité civile nucléaire plus juste et faire passer les intérêts de la population avant ceux de l'industrie, il faut prendre les mesures suivantes :

- dé plafonner le montant total des indemnités disponibles ;
- engager la responsabilité de l'ensemble de l'industrie nucléaire, y compris des fournisseurs ;
- veiller à ce que les entreprises disposent de garanties financières adéquates, un accident nucléaire grave étant fortement susceptible d'entraîner la faillite d'une entreprise privée ;
- faire en sorte que les victimes soient à même d'obtenir réparation pour tous les préjudices subis à la suite d'une catastrophe nucléaire ;
- renforcer la transparence concernant les coûts des assurances responsabilité civile.

Chaîne d'approvisionnement du nucléaire : absence d'obligation de rendre des comptes et manque de transparence

Dans le chapitre 3, le professeur Stephen Thomas (professeur à l'école de commerce de l'université de Greenwich, spécialisé dans les politiques énergétiques) se penche sur le rôle que jouent les fournisseurs tout au long de la vie d'un réacteur et sur leurs responsabilités en termes de risques nucléaires. Les risques d'accident nucléaire ne sont pas uniquement liés à la phase d'exploitation du réacteur, mais également aux choix opérés lors de la conception, à la qualité de la construction ainsi qu'à la maintenance – des facteurs d'une importance capitale.

Il est rarement possible d'identifier de façon catégorique la cause d'un accident majeur sur une centrale nucléaire, une combinaison de défaillances pouvant entrer en ligne de compte (erreurs de conception, de construction, d'exploitation et/ou de maintenance). À titre de comparaison, il est souvent relativement plus facile d'attribuer la responsabilité d'un accident d'avion ou de voiture à un défaut de construction, d'utilisation ou d'entretien.

Une centrale nucléaire se caractérise par sa complexité, mais aussi par ses exigences en termes de sûreté, sa longue durée de vie et les coûts élevés de sa construction.

La chaîne d'approvisionnement d'une centrale nucléaire est très complexe et, bien souvent, se caractérise par son manque de transparence. Le propriétaire / l'exploitant d'une centrale est responsable en dernier ressort, mais la conception, la construction et la maintenance nécessitent l'intervention de différents acteurs. Les contractants extérieurs font eux-mêmes appel à de multiples sous-traitants. À l'heure actuelle, les fournisseurs chargés de la mise en œuvre d'équipements essentiels à la sûreté des centrales ne peuvent en aucun cas être tenus pour responsables en cas d'accident.

Cette lacune est exacerbée par l'opacité qui entoure les relations et les contrats entre les entreprises, et qui rend difficile le contrôle qualité de certains équipements essentiels à la sûreté d'une centrale. Il est souvent compliqué – du moins de l'extérieur – de savoir qui serait responsable en dernier ressort si des problèmes devaient survenir au niveau des équipements ou de la conception.

De nombreux fournisseurs situés en aval de la chaîne d'approvisionnement cessent leur activité bien avant

la fin de la durée de vie des centrales, comme cela a été le cas de l'entreprise néerlandaise qui a fourni les cuves sous pression défectueuses des réacteurs des centrales belges de Tihange 2 et Doel 3. Dans le cas de Fukushima, bien qu'il ait été établi que certaines caractéristiques de conception ont causé de graves problèmes durant l'accident, les entreprises à l'origine de la conception et de l'ingénierie n'ont pas été amenées à rendre de comptes.

Quels enseignements en tirer ?

La catastrophe de Fukushima nous a montré, si besoin était, que le nucléaire ne pourrait jamais être sûr. L'industrie nucléaire n'a pas à assumer la responsabilité financière de l'accident, et les entreprises du secteur continuent d'exercer leurs activités comme si de rien n'était. Pendant ce temps, les victimes attendent toujours les réparations et le soutien qui leur sont dus. La situation serait-elle différente si cet accident s'était produit dans un autre pays que le Japon ? En réalité, les victimes seraient partout confrontées aux mêmes difficultés.

Nous devons nous décider de toute urgence à renoncer à l'énergie nucléaire. En attendant de sortir progressivement mais totalement du nucléaire, si un autre accident grave devait se produire, il faut que la population soit davantage protégée. Pour ce faire, l'industrie nucléaire doit être tenue pour entièrement responsable et amenée à rendre des comptes. Nous devons tirer les leçons de Fukushima et **changer le régime de responsabilité civile de sorte que toutes les entreprises de l'industrie nucléaire soient tenues pour responsables des risques qu'elles engendrent.**

Nous devons saisir ce moment crucial pour amorcer enfin une transition énergétique et remplacer l'énergie nucléaire dangereuse par des énergies sûres, renouvelables et abordables. Au cours des cinq dernières années, 281 000 MW de capacité de production d'énergie éolienne et solaire ont été installés dans le monde – soit 22 fois plus que les nouvelles capacités d'origine nucléaire (11 750 MW)³. Les installations d'énergie solaire et éolienne construites en 2012 peuvent produire autant d'électricité que 20 réacteurs nucléaires.

Concernant la France, Greenpeace a montré dans un scénario publié en février 2013⁴ que la transition énergétique pouvait se faire sans surcoût, par des créations d'emplois, en allégeant à terme la facture énergétique de la France et en garantissant son indépendance énergétique. Le nucléaire et les risques qu'il engendre ne sont pas des fatalités. La transition énergétique est un projet de société nécessaire et l'opportunité d'un véritable tournant vers une énergie sûre et durable.

¹ Greenpeace, Enseignements de Fukushima, février 2012, http://www.greenpeace.org/france/PageFiles/300718/Rapport_fukushima.pdf

² AEN, « NEA Issue Brief: An analysis of principal nuclear issues International nuclear third party liability, No. 4 - 1st revision », Agence pour l'énergie nucléaire novembre 1993, consulté en novembre 2012 <http://www.oecd-nea.org/brief/brief-04-1.html>

³ AIEA/PRIS, <http://pris.iaea.org/public> ; Global Wind Energy Outlook 2012 (GWEO), http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2012/11/GWEO_2012_lowRes.pdf ; Global Market Outlook for Photovoltaics until 2016 (EPIA), http://www.epia.org/fileadmin/user_upload/Publications/Global-Market-Outlook-2016.pdf

⁴ Greenpeace France, GWEC, EREC, Scénario de transition énergétique, février 2013. <http://act.gp/X7rheV>

Image: Madame Satsuki Ikeda et ses fils ont été évacués de leur exploitation agricole de la ville d'Iitate, à 40 km au nord-ouest de la centrale de Fukushima. Leur famille possédait cette exploitation depuis neuf générations.



L'histoire de la catastrophe de Fukushima, c'est celle d'un système qui a abandonné les victimes.

Fukushima deux ans après : des victimes livrées à elles-mêmes

par David McNeill

Le Dr David McNeil est correspondant au Japon pour *The Chronicle of Higher Education* et chroniqueur pour *The Independent* et *The Irish Times*. Il a également cosigné l'ouvrage *Strong in the Rain: Surviving Japan's Earthquake, Tsunami and Fukushima Nuclear Disaster*.

1.1 Introduction

L'histoire du processus d'indemnisation des victimes de l'accident nucléaire de Fukushima est une histoire profondément humaine. C'est l'histoire d'un système qui, au lieu d'établir les responsabilités et de réparer les préjudices causés, a abandonné les victimes de la catastrophe. C'est l'histoire d'une bureaucratie – privée et publique – dont le fonctionnement a exaspéré la population, voire l'a empêchée d'obtenir de l'aide.

Près de deux ans après la catastrophe, les victimes tentent toujours désespérément d'obtenir les réparations auxquelles elles ont droit. Elles sont livrées à elles-mêmes en attendant les indemnités qui auraient dû leur être versées depuis longtemps. Certaines se sont résignées aux maigres indemnités perçues. D'autres ont décidé de se battre contre le système. Cette histoire pourrait se reproduire dans n'importe quel pays du monde en cas de nouvelle catastrophe nucléaire.

1.2 Coincées entre le passé et l'avenir

Yukiko Kameya, 68 ans, est l'une des 7 400 personnes qui habitaient la ville de Futaba (préfecture de Fukushima) avant le tsunami et le tremblement de terre qui ont endommagé la centrale nucléaire de Fukushima Daiichi le 11 mars 2011.

« Aucune information ne nous a été communiquée », déplore-t-elle. Elle se souvient que le lendemain de la catastrophe, par un froid glacial, des agents de la sûreté lui avaient assuré que des fuites radioactives étaient « impossibles ».

Yukiko Kameya et son mari avaient quitté Futaba pour se rendre dans un premier temps à Namie, à sept kilomètres de chez eux, puis en banlieue de Tokyo, où ils se trouvent toujours près de deux ans plus tard. Comme les 160 000 personnes qui habitaient dans le périmètre d'évacuation obligatoire et les centaines de milliers d'autres qui ont « volontairement » fui la préfecture de Fukushima, le couple Kameyna a été relogé dans une habitation temporaire. Bien qu'ils aient tout perdu, les Kameyna n'ont pas encore été totalement indemnisés¹.

C'est en juillet 2011, soit quatre mois après avoir dû abandonner sa maison et tout ce qu'elle possédait, que Mme Kameyna a reçu les premiers versements de Tokyo Electric Power (TEPCO), propriétaire et exploitant des réacteurs de Fukushima. Un montant de 1,6 million de yens (environ 18 030 dollars²) a été viré sur son compte, dont un million de yens au titre de « réparations provisoires ». Joint au téléphone, TEPCO lui a indiqué qu'il s'agissait d'un « acompte » qui serait déduit des prochains paiements. « Ce n'était donc pas une véritable indemnisation. C'est à ce moment-là que j'ai décidé de me battre », se rappelle-t-elle. Le montant total des dommages n'ayant pas encore été évalué, TEPCO procède donc à des virements provisoires. Cette terminologie continue toutefois de semer la confusion dans l'esprit des victimes de la catastrophe.

Outre leurs indemnités de subsistance, Mme Kameyna et son mari ont reçu 100 000 yens par mois (1 130 dollars) pour « préjudice moral » pendant les neuf premiers mois qui ont suivis la catastrophe (de mars à novembre 2011), après avoir rempli un formulaire long et complexe. L'« acompte » initialement perçu a été déduit de ces versements. Fin 2011, Mme Kameyna a dû présenter une nouvelle demande d'indemnisation. Elle a rempli patiemment des centaines de pages de formulaire et fourni reçus d'essence, de taxi, d'achats de vêtements et d'ustensiles ménagers... En février 2012, lasse de cette paperasserie, elle s'est attachée les services d'un avocat et réclame la somme de 350 000 yens par mois (4 000 dollars) pour indemnités de subsistance. Nombre de ses anciens voisins de Futaba ont choisi de faire de même. « Je me suis contentée deux fois de ce que TEPCO voulait bien me donner, mais cela ne peut plus durer. » TEPCO lui a indiqué « ne pas être en mesure » de payer cette somme³.

Comme la plupart des réfugiés, Yukiko Kameya a calculé combien il lui en coûterait pour reconstruire sa vie, couper tous liens avec TEPCO et le gouvernement et en finir avec les formalités administratives : 20 millions de yens (environ 225 000 dollars). « Le gouvernement peut dire ce qu'il veut, nous savons bien que nous ne rentrerons jamais chez nous. Nous nous sommes déjà fait une raison. » Si elle obtient cette somme, Mme Kameya déménagerait à Saitama (au nord de Tokyo), où elle achèterait une petite maison pour passer ses vieux jours. Mais comme de nombreuses autres victimes, elle a peu d'espoir que le système d'indemnisation ne l'aide à démarrer une nouvelle vie.

D'autres réfugiés commencent aussi à perdre espoir. Hitoshi Segi tenait un petit restaurant non loin de la centrale nucléaire. Aujourd'hui, il travaille en tant que cuisinier dans une école publique de la ville d'Iwaki, à environ 40 km au sud de la centrale. Il n'a pas encore été dédommagé de la perte de son entreprise, l'indemnisation des actifs matériels étant toujours en cours d'évaluation. D'autres ont renoncé à demander réparation. C'est le cas de Fumitaka Naito, qui avait acheté une ferme à Iitate en 2009. Ce village, situé à 40 km de la centrale de Fukushima, se trouvait à l'extérieur du périmètre d'évacuation obligatoire défini dans un premier temps (20 km), puis avait été évacué en raison des hauts niveaux de radioactivité détectés⁴. Il affirme que TEPCO n'entend lui verser qu'environ 14 000 yens par mois pour qu'il puisse rentrer chez lui une fois par mois. « Cet argent ne suffirait même pas à payer l'essence », déplore-t-il.

D'autres ne savent pas s'ils seront un jour dédommagés pour la perte de leurs moyens de subsistance. Katsuzo Shoji, agriculteur, a dû quitter son exploitation à Iitate en avril 2011. Il vit toujours avec sa femme dans un hébergement « temporaire » à Date, à 40 km de ses terres contaminées. Ils ont perdu tout espoir de rentrer un jour chez eux. Ils vivent avec les 100 000 yens par mois que leur verse TEPCO. Depuis peu, ils vendent des légumes qu'ils cultivent sur une parcelle de terrain louée. Ils ne savent pas quand ni dans quelle mesure ils seront indemnisés pour la perte de leur maison, de leur ferme, de leurs terres et de leurs animaux qui ont dû être abattus. « Combien tout cela doit-il valoir maintenant ? » se demande M. Shoji, bien que le montant de l'indemnisation doive en principe être calculé à partir de la valeur des biens avant l'accident. « Même si on nous autorisait à rentrer chez nous, personne n'achèterait ma production⁵. » Les témoignages des victimes se suivent et se ressemblent.

Leurs doutes et interrogations montrent bien que le processus d'indemnisation de TEPCO ne fait que compliquer la vie des personnes affectées par la catastrophe nucléaire. Parmi les centaines de milliers de personnes qui ont évacué (volontairement ou non) les zones contaminées à proximité de la centrale de Fukushima Daiichi en mars et avril 2011, nombreuses sont celles qui relatent une expérience similaire. Elles dénoncent un système d'indemnisation émaillé de problèmes multiples : retard dans le traitement des demandes d'indemnisation, versements mensuels qui ne permettent pas d'assurer une vie décente et encore moins de reconstruire une nouvelle vie, formulaires de demande d'indemnisation trop complexes, etc. Des réfugiés ont engagé des procédures d'appel pour réclamer des sommes correspondant plusieurs fois à celles versées par TEPCO. La perte des biens immobiliers n'a encore donné lieu à aucun dédommagement, et les biens immobiliers auraient été évalués largement au-dessous de leur valeur. En raison du nombre et du montant des demandes d'indemnisation n'ayant peut-être pas encore été présentées, l'exploitant a annoncé qu'il accepterait les requêtes présentées au-delà du délai légal, fixé à trois ans⁶. Les premières critiques portaient essentiellement sur la complexité des formulaires de demande. Les victimes devaient lire une notice d'instruction de 156 pages, puis remplir un questionnaire pouvant contenir jusqu'à 60 pages. À présent, le formulaire a été simplifié⁷. Cependant, les critiques se poursuivent et la compagnie TEPCO se contente de répondre qu'elle « fait de son mieux »⁸.

Le système d'indemnisation a été conçu de telle sorte que, dans un premier temps, les indemnités soient financées via un fonds adossé à l'État⁹. Le Fonds gouvernemental de soutien pour les dommages causés par les accidents nucléaires, mis en place en mai 2011, visait à « renforcer le soutien apporté à TEPCO pour faciliter le déroulement des procédures d'indemnisation des victimes d'accidents nucléaires¹⁰. »

En septembre 2011, le gouvernement japonais a instauré une nouvelle agence publique-privée, le Fonds de versement des indemnités pour les dégâts nucléaires. Ce fonds mixte, destiné à assurer la supervision du processus d'indemnisation tout en maintenant TEPCO artificiellement en vie, est financé par de l'argent public, des prêts bancaires souscrits par le gouvernement, des obligations garanties par l'État et par la participation de 10 compagnies d'électricité japonaises¹¹.

L'aide requise par TEPCO auprès de cette agence n'a cessé d'augmenter pour atteindre désormais plus de 3 000 milliards de yens (environ 34 milliards de dollars), et ce chiffre devrait encore être revu à la hausse. Les multiples coûts liés à la catastrophe ont contraint le gouvernement à nationaliser TEPCO en juin 2012, « la plus grosse intervention d'un État dans une entreprise privée non bancaire depuis le sauvetage de General Motors par le gouvernement américain en 2009 », selon *The Economist*¹². Cette nationalisation ne laisse plus aucun doute, s'il en subsistait encore, sur le fait que ce sont les citoyens japonais qui paieront la facture de la catastrophe de Fukushima.

1.3 Programme d'indemnisation « permanente »

En juillet 2012, un an et demi après la triple fusion des réacteurs de Fukushima, TEPCO a mis au point un programme d'indemnisation « permanent », concernant essentiellement les biens immobiliers des 160 000 personnes qui vivaient à l'intérieur du périmètre d'évacuation obligatoire¹³. Dans la plupart des cas, la compagnie prévoit d'indemniser les victimes uniquement pour « la durée au cours de laquelle ces biens seront inutilisables¹⁴ ». Le système d'indemnisation obéit à un schéma complexe et controversé établi par le gouvernement qui divise le périmètre d'évacuation en trois zones distinctes, en fonction des niveaux de radioactivité annuels : supérieurs à 50 millisieverts (mSv), compris entre 20 et 50 mSv et inférieurs à 20 mSv.

Les autorités affirment que les zones où la dose d'exposition aux radiations est inférieure à 20 mSv par an « se préparent à accueillir le retour » des personnes évacuées¹⁵. En d'autres termes, la décontamination de ces zones progresse et devrait être achevée dans quelques années voire, pour certains cas, dans quelques

mois. En attendant, les personnes évacuées peuvent demander une indemnisation anticipée d'un montant équivalant à deux ans d'indemnisation (soit 2,4 millions de yens au total). L'hypothèse du gouvernement selon laquelle les zones décontaminées sont susceptibles de redevenir habitables pourrait faire perdurer le climat d'incertitude dans lequel vivent les réfugiés. L'efficacité des travaux de décontamination suscite de graves inquiétudes, tout comme la capacité des autorités à rendre ces zones de nouveau sûres et habitables^{16,17}. Les habitants de ces zones « peu contaminées » sont susceptibles d'être indemnisés uniquement au titre de l'usage de leurs terres, maisons ou entreprises, et non de la valeur marchande de leurs biens. De nombreux réfugiés ont d'ailleurs contesté ces dispositions.¹⁸

Pour les zones considérées comme « inhabitables pendant au moins cinq ans » (dose d'exposition aux radiations supérieure à 50 mSv), la compagnie TEPCO a annoncé qu'elle rembourserait aux personnes ayant reçu l'ordre d'évacuer l'intégralité des coûts liés au relogement et à la perte de leurs biens immobiliers. Mais là encore, la méthode de calcul est largement controversée. Pour déterminer la valeur des biens, TEPCO se base sur les registres fiscaux des autorités locales. De nombreux réfugiés se sont ainsi vu proposer des indemnisations au rabais. Masumi Kowata, une réfugiée de 57 ans originaire d'Okuma, une ville de la préfecture de Fukushima située à quelque 5 km de la centrale, s'est vu offrir 700 000 yens (8 000 dollars) pour sa maison d'environ 300 m², construite il y a 180 ans. Elle voudrait qu'un agent immobilier évalue la valeur de sa propriété qui, selon elle, était huit fois plus élevée avant l'accident. Mais Masumi Kowata n'est parvenue à convaincre aucun agent de se rendre dans la zone contaminée¹⁹. Son cas n'est pas isolé. Des milliers de personnes évacuées ont des crédits en cours portant sur des biens dont la valeur était bien plus élevée avant l'accident²⁰. Si la valeur actuelle des biens est utilisée pour définir le montant des indemnisations, ces personnes ne pourront plus continuer à rembourser leurs prêts, et encore moins envisager de reconstruire une nouvelle vie ailleurs.

Il faudrait donc s'attendre à de multiples procès-fleuves. C'est l'avis de Yasushi Tadano, avocat à Tokyo, qui a lancé un recours collectif (class action) contre TEPCO en décembre 2012²¹. « De nombreuses victimes de cette catastrophe possédaient de grandes propriétés, des champs de riz, du bétail, des terres... Aujourd'hui, ils se retrouvent en ville, à l'étroit dans de petits appartements ou dans des préfabriqués », déplore-t-il. « Les indemnités proposées sont totalement insuffisantes. » Il affirme que des avocats vont réclamer à TEPCO la différence entre le montant des biens évalués par le gouvernement et les fonds nécessaires à la reconstruction de propriétés identiques dans d'autres régions.

Comme de nombreuses personnes âgées, Masumi Kowata a vu sa santé se dégrader en raison du stress lié à l'évacuation. Son mari souffre d'insuffisance rénale depuis la catastrophe. Pour payer les frais de traitement, ils ont demandé une indemnisation auprès de TEPCO. Ils ont rempli un formulaire réclamant la somme de 370 000 yens par mois (pour la période comprise entre le 11 mars 2011 et novembre 2012), précisant que l'état de santé de M. Kowata était lié dû au stress auquel il était soumis depuis deux ans. Le couple n'a pas reçu un seul centime de la part de l'exploitant. Cependant, les Kowata s'estiment chanceux car ils font partie des rares victimes qui étaient assurées avant le séisme. Ils bénéficient donc d'une couverture privée pour les dommages causés par le séisme. Cet argent leur permet de subvenir à leurs besoins quotidiens, mais pas de régler leurs frais médicaux. « De nombreuses personnes âgées n'ont même pas la force de remplir les formulaires de demande d'indemnisation », déplore Mme Kowata.

TEPCO affirme employer 12 200 personnes pour traiter ces formulaires, dont 3 500 font directement partie de son personnel. Mais l'exploitant refuse de répondre aux questions essentielles : combien de personnes ont demandé à bénéficier d'une indemnisation permanente ? Quels sont les motifs d'acceptation ou de refus ? Combien de réfugiés provenant des zones les plus contaminées peuvent prétendre à des indemnisations complètes²² ? Selon des sources non-officielles de TEPCO, la plupart des personnes qui présentent une demande d'indemnisation obtiendront quelque chose, mais rares sont celles qui obtiendront pleine et entière satisfaction.

Les fournisseurs impliqués dans l'accident de Fukushima continuent de mener leurs activités comme si de rien n'était, voire tirent parti de la catastrophe.



Image : Manifestation à Shibuya contre la politique énergétique du gouvernement et le redémarrage des centrales nucléaires.

Les réfugiés qui ne sont pas disposés à accepter les indemnités de TEPCO et qui ont assez d'énergie pour se battre peuvent présenter un recours auprès du Centre pour la résolution des litiges relatifs aux indemnités ²³. Créé en septembre 2011 pour soulager les tribunaux en vue d'un nombre important de procès, ce centre a déjà traité plus de 5 000 recours. Environ un quart d'entre eux ont été « résolus », mais seuls les litiges portant sur les dépenses de la vie courante (et non sur la perte des biens) ont été examinés ²⁴. Un nombre de plus en plus important de réfugiés contourneraient à la fois TEPCO et le Centre pour la résolution pour faire directement appel aux services d'un avocat.

1.4 La réponse de TEPCO

L'aide requise par TEPCO auprès du Fonds de versement des indemnités pour les dégâts nucléaires n'a cessé d'augmenter, passant de 1 000 milliards de yens en octobre 2011 à plus de 3 240 milliards de yens (environ 36,5 milliards de dollars) en décembre 2012. L'exploitant a demandé 697 milliards de yens supplémentaires le 27 décembre 2012, et ce n'est certainement pas sa dernière requête. Yuichi Kaido, avocat et président de l'Association du barreau japonais, avait confié à Greenpeace que le montant de 4 000 milliards de yens annoncé au titre des compensations définitives n'était « pas en prise avec la réalité ». En d'autres termes, cette évaluation des demandes d'indemnisation est totalement irréaliste. TEPCO attribue cette hausse à la « redéfinition de la zone d'évacuation », aux « réfugiés hors zone d'évacuation obligatoire qui demandent aussi à être indemnisés » et au « rallongement de la période de calcul », entre autres facteurs ²⁵. « Si nos ressources actuelles ne nous permettent pas de couvrir toutes les demandes, nous serons contraints de faire à nouveau appel aux Fonds de versement », a annoncé Hiroki Kawamata, porte-parole de TEPCO.

TEPCO déclare avoir déboursé, fin 2012, la somme totale de 1 662,9 milliards de yens pour indemniser 160 000 personnes ayant évacué volontairement ou non les zones contaminées ou ayant été « lésées » par la catastrophe (résidant ou ayant résidé pour la plupart dans la préfecture de Fukushima) ²⁶. L'exploitant affirme avoir versé environ 400 000 yens à chaque femme enceinte au moment de la catastrophe et aux familles avec des enfants en bas âge habitant la préfecture. Les autres victimes auraient perçu un versement unique de 80 000 yens ²⁷. On ne sait pas si l'acceptation de ces paiements vaut renoncement à toute autre demande d'indemnisation pour exposition aux radiations ou préjudice moral. TEPCO a déclaré que si les victimes acceptaient ce versement unique, elles ne pourraient plus présenter de demandes d'indemnisation concernant des pathologies dues à l'accident, avant de revenir sur ses propos.

D'après l'exploitant, une famille composée de deux adultes et d'une personne à charge qui habitait dans la zone la plus contaminée recevra un versement unique de 57 millions de yens (643 000 dollars) ²⁸. Ce chiffre tient compte de la perte de la jouissance de leurs propriétés et inclut 6 millions de yens au titre du préjudice moral pour la période de cinq ans au cours de laquelle ils ne pourront pas rentrer chez eux. Toutefois, la compagnie admet n'avoir encore versé aucun centime au titre des biens immobiliers. « Les autorités locales ont mis du temps pour estimer ces biens », explique le porte-parole de TEPCO ²⁹. D'après lui, les paiements devraient débiter « courant 2013 ».

Du point de vue juridique, le Japon dispose de trois ans pour recueillir les demandes d'indemnisation, une limite qui, d'après l'avocat Yasushi Tadano, joue clairement en faveur des actionnaires et n'est pas tenable : « Soixante-sept ans après les bombardements de Hiroshima et de Nagasaki, des personnes continuent de se plaindre de leur mauvais état de santé. Trois ans, c'est clairement insuffisant ³⁰. » Le président de TEPCO, Naomi Hirose, a dû se rendre à l'évidence. Il se méfie également des comparaisons avec Tchernobyl : des victimes qui n'avaient pas respecté la date limite pour présenter leurs demandes d'indemnisation avaient été tout simplement exclues du processus. « Nous n'avons pas l'intention de fermer la porte au bout de trois ans. Nous ne tenons pas à préoccuper davantage les personnes affectées », a confié M. Hirose au gouverneur de Fukushima, Yuhei Sato, au cours d'une visite dans la préfecture en janvier 2013 ³¹.

La Loi japonaise de 1962 sur l'indemnisation des dommages nucléaires oblige TEPCO et d'autres entreprises du nucléaire à contracter une assurance privée d'environ 120 milliards de yens par site. Ce montant apparaît désormais largement insuffisant, le coût total de l'accident de Fukushima étant bien plus élevé. D'après TEPCO, les coûts liés aux indemnités et à la décontamination attendraient déjà à eux seuls 10 000 milliards de yens (113 milliards de dollars) – soit deux fois plus que les estimations données il y a quelques mois ³².

Bien que calqué sur la loi américaine (le Price-Anderson Nuclear Industries Indemnity Act), la législation japonaise prévoit la responsabilité illimitée de l'exploitant d'une installation pour les dommages nucléaires résultant de l'exploitation de son installation ³³. Cependant, si cette responsabilité dépasse le montant de la garantie financière, le gouvernement peut intervenir si nécessaire ³⁴. En cas de « catastrophe naturelle d'une gravité exceptionnelle », l'entreprise peut être dérogée de toute responsabilité, et le gouvernement doit alors prendre « les mesures nécessaires pour remédier à la situation des victimes et prévenir toute extension des dommages » ³⁵. Bien que TEPCO n'ait pas invoqué cette clause, sa nationalisation a transféré de fait la responsabilité sur la population japonaise.

En mai 2012, le gouvernement japonais a injecté 1 000 milliards de yens (environ 12,5 milliards d'euros selon le taux de change en 2012) dans TEPCO, « la plus grosse intervention d'un État dans une entreprise privée non bancaire depuis le sauvetage de General Motors par le gouvernement américain en 2009 », selon *The Economist* ³⁶. Au total, on estime que 3 500 milliards de yens d'argent public ont été versés à l'entreprise depuis le début de la catastrophe de Fukushima. Le 27 juin 2012, les actionnaires de TEPCO ont officiellement accepté la nationalisation, accordant au gouvernement le contrôle majoritaire de la compagnie ³⁷. Grâce au soutien du gouvernement, l'exploitant peut conserver son statut de société anonyme et continuer à vendre ses actions sur les marchés boursiers, tout en étant à l'abri de la faillite.

1.5 Les fournisseurs échappent à toute responsabilité

Qu'en est-il de la responsabilité des fournisseurs de la centrale de Fukushima ? Depuis le lancement de son programme nucléaire en 1955, le Japon a mis en place une stratégie industrielle s'inspirant des technologies étrangères (principalement américaine, britannique et française), tout en prenant soin de développer ses propres fabricants et fournisseurs ³⁸. En 2011, cette stratégie avait fait du Japon l'une des plus grandes puissances nucléaires du monde, avec à sa tête Toshiba, Hitachi et Mitsubishi Heavy Industries. Kajima, le géant des travaux publics et du bâtiment qui a participé à la construction de la centrale de Fukushima et de nombreux autres sites, a également tiré parti de cette stratégie ³⁹.

En 1957, le Livre blanc du Japon sur l'énergie nucléaire définit les objectifs du pays à long terme : le développement d'une capacité nucléaire de 7 000 mégawatts (MW) d'ici à 1975. Les compagnies d'électricité ont été persuadées d'investir dans la Japan Atomic Power Company (JAPCO), dans l'intention d'utiliser 90 % de ressources matérielles et humaines japonaises ⁴⁰. Mitsubishi Atomic Power Industries et Sumitomo Atomic Energy Industries ont respectivement été lancées en 1958 et 1959, en vue de développer la technologie nucléaire japonaise. Puis ce fut le tour de Toshiba et d'Hitachi dans les années 1960. À la même période, les universités et les industriels japonais commençaient à former des ingénieurs.

En 1963, les constructeurs japonais ont entrepris la construction partielle d'un réacteur à eau bouillante (REB) conçu par General Electric (GE)-Ebasco. Les décisions concernant les choix technologiques dépendaient des liens commerciaux entre les entreprises américaines et japonaises. Par exemple, Hitachi et Toshiba utilisaient les technologies de GE, tandis que Mitsubishi Heavy Industries (MHI) se basaient sur celles de Westinghouse. Les investissements des compagnies américaines commençaient à marquer le pas. Après l'accident de Three Mile Island en 1979, qui a gelé le développement nucléaire américain, les États-Unis se sont retrouvés à la traîne derrière leurs concurrents japonais. D'après Mitsuhiro Tanaka, ancien ingénieur d'Hitachi qui alerte désormais l'opinion publique, « l'élève avait dépassé le maître ⁴¹ ».

Le récit de M. Tanaka illustre les enjeux et les risques de cette industrie qui n'en était encore qu'à ses balbutiements. Au début des années 1970, Mitsuhiro Tanaka a participé à la construction de la cuve sous pression du réacteur de l'unité 4 de Fukushima, un ouvrage de 20 m de hauteur coulé dans une fonderie à Kure City, dans la préfecture d'Hiroshima, dirigée par Babcock-Hitachi (la même fonderie qui avait fabriqué les tourelles du Yamato, le plus grand cuirassier du monde). Dans les dernières étapes de la construction de cette cuve de 250 millions de dollars, le métal a été déformé dans un haut-fourneau, compromettant dangereusement l'intégrité de la cuve – ce qui, conformément à la législation, aurait dû obliger l'entreprise à la mettre au rebut. Aujourd'hui, cette cuve se trouve toujours au cœur du réacteur n°4 de Fukushima Daiichi ⁴².

Craignant la faillite, Hitachi a dissimulé les défauts avec l'aide de M. Tanaka. « J'ai bien peur qu'il n'y ait beaucoup d'autres ingénieurs dans mon cas au Japon », confie-t-il. La cuve a été intégrée au réacteur 4 de Fukushima. GE a fourni les réacteurs des unités 1, 2 et 6, et Toshiba les unités 3 et 5. Les six réacteurs ont été conçus par GE. M. Tanaka a quitté Hitachi en 1977 pour se consacrer à l'écriture d'ouvrages scientifiques et a oublié l'incident jusqu'à ce sa conscience le rattrape en 1986, alors qu'il regardait un reportage à la télévision sur la catastrophe nucléaire de Tchernobyl. Après avoir révélé au grand jour l'incident de la cuve, Mitsuhiro Tanaka a reçu des menaces de la part d'Hitachi : « Ils m'ont dit : "Pense à ta famille" ». Les autorités nucléaires japonaises ont publié une déclaration le lendemain, affirmant qu'il n'y avait aucun problème. « Les choses en sont restées là », se souvient l'ex-ingénieur ⁴³. Personne n'a poursuivi Hitachi pour avoir dissimulé le défaut de la cuve.

Kei Sugaoka, un ingénieur japonais qui a travaillé sur le site de l'unité 1 de Fukushima, et Katsunobu Onda, auteur de *TEPCO: The Dark Empire*, ont remis en question l'intégrité du réacteur après le séisme du 11 mars 2011, mais avant le tsunami ⁴⁴. La Commission d'enquête sur l'accident de la centrale nucléaire de Fukushima de TEPCO (également appelée la Commission de la Diète sur la catastrophe de Fukushima) a conclu qu'il était « impossible de restreindre la cause directe de l'accident au tsunami », sans toutefois apporter davantage de preuves ⁴⁵.

Le rapport de la Commission de la Diète souligne que la construction de l'unité 1 de Fukushima Daiichi avait été confiée par TEPCO à GE en décembre 1966 dans le cadre d'un contrat « clé en main » qui plaçait « toutes les responsabilités » sur GE. Le rapport rappelle également que TEPCO n'a pas uniquement choisi GE pour son expertise technique, mais aussi parce que l'opérateur pensait qu'il serait plus économique d'adopter un modèle de conception déjà commandé à GE par l'Espagne. Mais il s'est avéré que l'unité 1 de Fukushima a finalement été construite en premier. « Au lieu de pouvoir bénéficier du retour d'expérience du réacteur espagnol, la centrale de Fukushima a été la première à rencontrer de graves difficultés ⁴⁶. »

Ces difficultés portaient notamment sur les normes de conception parasismique. Les normes japonaises étant bien plus rigoureuses que celles prévues à l'origine pour le réacteur espagnol, des modifications ont dû être apportées à plusieurs éléments des structures de soutien. Travailler à l'étroit dans l'enceinte de confinement de l'unité 1 s'est avéré particulièrement problématique. « Le principal problème était de savoir si GE avait intégré ou non les normes parasismique japonaises à la conception du réacteur », se rappelle Ryo Ikegame, vice-président de TEPCO au moment de la construction de la centrale de Fukushima Daiichi, cité dans le rapport. « D'après M. Ikegame, ce n'était pas le cas, et il a indiqué que des renforcements ad hoc avaient été apportés au cours de la construction ⁴⁷. »

Dans les années 1970, un ingénieur de GE, Dale G. Bridenbaugh, a contesté publiquement les capacités de résistance à une perte de refroidissement des réacteurs Mark I de GE intégrés aux unités 1 à 5 de Fukushima ⁴⁸. Le rapport de la Diète ajoute que dans les années 1980, les enceintes de confinement de Fukushima ont été renforcées pour mieux résister aux charges dynamiques en cas de perte de refroidissement, mais que « ce renforcement n'était pas prévu pour résister à des accidents d'une telle ampleur ⁴⁹. ». Les points de pénétration des canalisations ont notamment été consolidés, malgré de faibles marges d'amélioration, et la structure a été

renforcée pour atténuer les charges dynamiques. Le rapport conclut que durant l'accident du 11 mars 2011, la pression à l'intérieur des enceintes de confinement dépassait largement le dimensionnement, atteignant parfois près du double des capacités prévues dans le cas de l'unité 1⁵⁰. « Il convient également de signaler que les enceintes de confinement des réacteurs de type Mark I de la centrale Fukushima Daiichi ont un volume moindre que la version améliorée du Mark 1, ce qui a contribué à faire augmenter rapidement la pression. » En novembre 1987, l'agence japonaise de sûreté industrielle et nucléaire (NISA) a entrepris une évaluation des réacteurs Mark I afin de déterminer le degré de pression qu'ils pourraient supporter en cas d'accident de perte du réfrigérant. Les résultats de cette étude n'ont pas été rendus publics.

Un autre problème inhérent au réacteur Mark I est l'apparition d'ondes cycliques à la surface de l'eau du dépressuriseur au cours des séismes⁵¹. L'enceinte de dépressurisation est censée condenser la vapeur libérée par le réacteur en cas d'accident. Lorsqu'un tremblement de terre cause des ondes cycliques, l'eau présente à la surface de ces enceintes se met à osciller. Ainsi, les extrémités des conduits d'écoulement, à travers lesquels la valeur est évacuée dans l'eau, pourrait être exposés et relâcher la vapeur dans l'espace gazeux du tore de décompression, entraînant une défaillance de ses fonctions et une pression excessive. Le rapport de la Diète recommande la conduite d'une « étude approfondie » de ce problème.

Des anciens employés de GE se souviennent que TEPCO a délibérément choisi dès le départ de passer outre l'avis de ses ingénieurs et de conserver la conception originale de GE en plaçant les groupes électrogènes de secours à moteur diesel et leurs batteries dans le sous-sol des enceintes de la turbine – ce qui a eu de graves conséquences le 11 mars 2011⁵².

Toute la construction des réacteurs Mark I de Fukushima Daiichi est émaillée d'allégations faisant état de problèmes réglés au pied levé, voire non résolus, avec la complicité des fournisseurs et des entreprises chargées de la maintenance. Un ingénieur de TEPCO a ainsi confié à Katsunobu Onda que les canalisations ne respectaient souvent pas le dimensionnement initial⁵³. Dans ce cas, la seule solution consistait à utiliser de puissantes machines pour rapprocher les conduits de façon à pouvoir les souder⁵⁴. Les travaux de canalisation étaient souvent inspectés de façon superficielle, et l'arrière des conduits, difficile d'accès, n'a pas été inspecté. Des réparations ont été effectuées à la hâte, personne ne voulant être exposé aux radiations plus longtemps que nécessaire⁵⁵.

En septembre 1989, l'autorité de sûreté nucléaire américaine (Nuclear Regulatory Commission, NRC) a encouragé les centrales équipées de confinements de type Mark I et Mark II à installer des systèmes d'éventage dits « renforcés » (résistantes à la pression)⁵⁶. La NRC estimait qu'il fallait mieux procéder à des décompressions contrôlées (rejet de gaz radioactifs visant à réduire la pression) plutôt que de courir le risque d'une défaillance grave du confinement. Toutefois, la NRC n'a pas donné l'ordre de procéder à cette installation, laissant la décision à l'appréciation des exploitants. Ce n'est qu'après la catastrophe de Fukushima que la NRC a ordonné l'installation de ces systèmes renforcés sur tous les réacteurs Mark I et Mark II de GE⁵⁷. Toutefois, elle n'a toujours pas demandé aux exploitants d'équiper ces conduits de filtres, alors que la plupart des centrales hors du Japon et des États-Unis en sont équipées pour limiter les rejets radioactifs. En janvier 2013, le commissaire de la nouvelle autorité japonaise de régulation nucléaire a déclaré que les systèmes d'éventage de tous les REB devront être équipés de filtres avant d'être remis en service⁵⁸.

Certains ingénieurs ont qualifié de « pansements » ces dispositifs devant être intégrées à la conception originale défaillante des réacteurs en cause à Fukushima⁵⁹. Dans les années 1990, le Japon avait fini par équiper ses centrales de dispositifs de dépressurisation renforcés, mais les filtres de ces systèmes n'ont jamais été installés alors qu'on connaissait l'inefficacité du système de filtrage des réacteurs du type de ceux de Fukushima, et que la technologie était disponible⁶⁰. Au cours de l'accident du 11 mars 2011, le système de filtrage existant n'a pas pu être utilisé en raison de la montée du niveau de l'eau dans l'enceinte de confinement du réacteur. Les systèmes d'éventage renforcés se sont avérés inefficaces, aucune opération manuelle n'étant décrite pour les situations de perte de l'alimentation électrique.

D'après Mitsuhiro Tanaka, ancien ingénieur d'Hitachi, la conception des cuves sous pression fait face à une contradiction fondamentale: elles sont censées contenir les radiations en cas d'accident, mais dans les situations d'urgence, la pression générée est telle que le risque d'explosion n'est pas exclu. Il incombait à TEPCO d'installer des filtres sur les conduits de ventilation, mais il ne l'a pas fait, invoquant leurs coûts prohibitifs⁶¹. Au cours de l'accident de Fukushima, le Premier ministre de l'époque, Naoto Kan, avait dû ordonner l'ouverture manuelle des vannes d'éventage le 12 mars 2011⁶². D'après M. Tanaka, les opérations de dépressurisation de l'unité 1 avait finalement été menée à bien, mais celles de l'unité 2 avaient échoué et celles de l'unité 3 n'avaient que partiellement abouti.

Il existe encore 10 réacteurs de type Mark I au Japon, et 17 autres très similaires au réacteur de type Mark II de GE⁶³. M. Tanaka affirme que chacun de ces réacteurs est une bombe à retardement. D'après l'avocat Yasushi Tadano, non seulement les entreprises ayant participé à la construction, l'installation ou l'entretien de ces réacteurs sont actuellement exonérées de toute responsabilité vis-à-vis de l'accident du 11 mars 2011 mais, en outre, elles tirent parti de la catastrophe. Toshiba et Hitachi dirigent les opérations de démantèlement de la centrale de Fukushima Daiichi, et Kajima ceux de décontamination. Les entreprises du groupe TEPCO participent aux opérations de nettoyage⁶⁴, notamment au démantèlement de la centrale et à la décontamination.

1.6 Conclusion

Des milliers de réfugiés de la pire catastrophe nucléaire de l'histoire depuis Tchernobyl font état de multiples problèmes, dont :

- des retards dans le traitement de leurs demandes d'indemnisation,
- des montants d'indemnisation insuffisants,
- un manque de clarté concernant le renoncement à des demandes d'indemnisation ultérieures,
- l'absence d'indemnisation pour la perte ou la dégradation des biens immobiliers,
- un délai de seulement trois ans pour déposer une demande d'indemnisation.

Les fournisseurs et les entreprises impliqués dans l'accident de Fukushima continuent de mener leurs activités comme si de rien n'était, voire tirent parti de la catastrophe grâce à des fonds publics.

La législation japonaise en matière d'accident nucléaire limite la responsabilité à l'exploitant, dans ce cas TEPCO, empêchant les victimes de poursuivre les fournisseurs. Aucun dispositif juridique ne permet d'amener les dirigeants de TEPCO ni aucun des fournisseurs devant les tribunaux. L'ancien Premier ministre Yoshihiko Noda a exclu toute responsabilité individuelle dans la catastrophe en affirmant que « personne » n'était à blâmer et que tout le monde devait « partager les souffrances »⁶⁵. Dans son rapport, la Commission de la Diète adopte la même approche, rejetant la faute sur la « culture japonaise »⁶⁶. Plus de la moitié des membres du conseil d'administration de TEPCO ont déjà retrouvé de nouveaux postes lucratifs dans d'autres entreprises⁶⁷.

Yukiko Kameya affirme que cette catastrophe lui a appris à défendre ses droits, et à serrer les dents : « Si je leur dis combien d'argent je touche ou ce que j'ai demandé à recevoir, les gens me demanderont pourquoi j'obtiens autant d'argent. Les gens pensent que les victimes de ce genre de catastrophes sont bien indemnisées. Mais ils se trompent, et je devrai attendre encore probablement cinq ans pour obtenir réparation. Un jour, j'ai demandé à un employé de TEPCO : "Si vous étiez réfugié et que vous aviez dû courir pour rester en vie, accepteriez-vous de vivre de la sorte et de présenter un reçu de tous vos achats de nourriture, d'essence, ou de vêtements ? " Il ne m'a pas répondu ».

- 1 Entretien personnel, Tokyo, 28 décembre 2012.
- 2 Toutes les conversions sont approximatives et ont été effectuées entre le 4 et le 22 janvier 2013
- 3 Entretien personnel, *ibid.*
- 4 « Govt officially sets new evacuation zone », in *Yomiuri Shimbun*, 23 avril 2011. <http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T110422004127.htm>
- 5 Entretien personnel, 3 janvier 2013.
- 6 « TEPCO intends to accept compensation claims beyond legal time limit », in *The Mainichi*, 10 janvier 2013. <http://mainichi.jp/english/english/newsselect/news/20130110p2g00m0dm071000c.html>
- 7 « TEPCO again criticized over complicated compensation process », in *Japan Today*, 13 mars 2012. <http://www.japantoday.com/category/national/view/tepcO-again-criticized-over-complicated-compensation-forms>
- 8 Entretiens avec Hiroki Kawamura, porte-parole de TEPCO concernant le système d'indemnisation, et Yoshikazu Nagai, chargé de communication chez TEPCO, 10 janvier 2013.
- 9 Tokyo Electric Power Company (TEPCO). 2011. *Annual Report 2011*. pp.6 <http://www.tepco.co.jp/en/corpinfo/ir/tool/annual/pdf/ar2011-e.pdf>
- 10 *Id.*
- 11 « Government Ok's TEPCO compensation framework », in *The Asahi*, 13 mai 2011. <http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201105134590>
- 12 « Tepco's nationalization: state power », in *The Economist*, 11 mai 2012. <http://www.economist.com/blogs/schumpeter/2012/05/tepcO-s-nationalisation>
- 13 Communiqué de presse de TEPCO, 24 juillet 2012. http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1206837_1870.html
- 14 Voir Jiji, « Victims dissatisfied with Tepco Compensation », 15 septembre 2012, in *The Japan Times*, <http://www.japantimes.co.jp/text/n20120915a8.html>
- 15 Pour une explication du zonage, voir : ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (METI), *Evacuation Map*, 15 juin 2012. http://www.meti.go.jp/english/earthquake/nuclear/roadmap/pdf/evacuation_map_120615.pdf. Voir également : <http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T111217003401.htm>
- 16 « In Japan, a Painfully Slow Sweep », in *New York Times*, 7 janvier 2013. http://www.nytimes.com/2013/01/08/business/japans-cleanup-after-a-nuclear-accident-is-denounced.html?nl=todaysheadlines&emc=edit_th_20130108&r=1&
- 17 « As Fukushima Cleanup Begins, Long-term Impacts are Weighed », *Yale Environment 360*, 9 janvier 2012. http://e360.yale.edu/feature/as_fukushima_cleanup_begins_long_term_impacts_are_weighed/2482/
- 18 Voir Jiji, *op.cit.*
- 19 Entretien personnel, 10 janvier 2013.
- 20 « Tepco must compensate nuclear victims quickly », in *The Daily Yomiuri*, 2 octobre 2012, <http://www.yomiuri.co.jp/dy/editorial/T121001002720.htm>
- 21 Entretien personnel, 10 janvier 2013.
- 22 TEPCO affirme avoir reçu environ 1 250 000 demandes d'indemnisation. Cependant, l'exploitant n'est pas en mesure de dire combien de personnes sont concernées, chacune d'entre elles ayant pu présenter plusieurs demandes. Voir : <http://www.tepco.co.jp/comp/jisseki/index-j.html> (13 janvier 2013)
- 23 Centre for Dispute Resolution for Compensating Damages from the Nuclear Power Plant Incident, 2011. http://www.mext.go.jp/a_menu/ankenkakuho/baisho/1310412.htm
- 24 Entretiens avec Hiroki Kawamura, porte-parole de TEPCO concernant le système d'indemnisation, et Yoshikazu Nagai, chargé de communication chez TEPCO, 10 janvier 2013.
- 25 Voir : http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/2012/1223937_1870.html
- 26 Entretiens avec TEPCO, *op.cit.*
- 27 Entretiens personnels, 11 janvier 2013 ; *Interim Guideline of the Funso Sinsakai*, 6 décembre 2011. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/kaihato/016/index.htm
- 28 « TEPCO may start lump-sum compensation in August », in *The Daily Yomiuri*, 26 juillet 2012. <http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T120725005729.html>. Le régime d'indemnisation se base sur les valeurs suivantes : une maison de 140 m² construite en 2007 est estimée à 8,61 millions de yens, et un terrain de 300 m² à 3 millions de yens.
- 29 Entretien personnel, 11 janvier 2013.
- 30 D'après le récent rapport de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'OCDE, la loi japonaise sur l'indemnisation ne fixe aucun délai pour présenter des demandes d'indemnisation au titre des dommages nucléaires. Si le Code civil japonais prévoit les conditions d'extinction du droit à demander une indemnisation au titre de la responsabilité civile délictuelle, un examen récent de ces dispositions montre que le délai de 20 ans fixé pour demander des réparations ne constituerait « pas vraiment un obstacle » pour les victimes de blessures tardives. Voir : OECD/NEA, *Japan's Compensation System for Nuclear Damages*. *Legal Affairs* 2012, 2012, p. 19.
- 31 « TEPCO intends to accept compensation claims beyond legal time limit », in *Mainichi Daily*, 10 janvier 2013. <http://mainichi.jp/english/english/newsselect/news/20130110p2g00m0dm071000c.html>
- 32 *Asahi Shimbun*, « TEPCO seeks more government support as Fukushima costs soar », 7 novembre 2012. <http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201211070086>
- 33 Voir : Kazuko Goto, "Japan's role as leader for nuclear non-proliferation", Federation of American Scientists, décembre 2012 ; Loi japonaise sur l'indemnisation des dommages nucléaires : <http://www.oecd-nea.org/law/legislation/japan-docs/Japan-Nuclear-Damage-Compensation-Act.pdf>
- 34 *Id.*
- 35 Voir : X. Vasquez-Maignan, « Fukushima: Liability and Compensation », Agence pour l'énergie nucléaire (OCDE). <http://www.oecd-nea.org/neanews/2011/29-2/nea-news-29-2-fukushima-e.pdf>
- 36 « TEPCO's nationalisation: state power », 11 mai 2012.
- 37 « TEPCO shareholders agree to nationalisation », The BBC, 27 juin 2012. <http://www.bbc.co.uk/news/business-18606808>
- 38 Voir : Goto, *op.cit.*
- 39 Kajima Corporation se vente de ses prouesses et de sa participation à la construction de plusieurs centrales nucléaires ici : <http://www.kajima.co.jp/ir/annual/2010/feature03.html>
- 40 Voir : Goto, *op.cit.*
- 41 Entretien personnel 10 janvier 2013.
- 42 Jason Clenfield, « Fukushima Engineer Says He Helped Cover Up Flaw at Dai-ichi Reactor No. 4 », Bloomberg, 23 mars 2011. <http://www.bloomberg.com/news/2011-03-23/fukushima-engineer-says-he-covered-up-flaw-at-shut-reactor.html>
- 43 Entretien personnel, *op.cit.* ; Hitachi met à jour sa défense concernant les déclarations de M. Tanaka : Jason Clenfield, « Fukushima Engineer Says He Helped Cover Up Flaw at Dai-ichi Reactor No. 4 », Bloomberg, 23 mars 2011. <http://www.bloomberg.com/news/2011-03-23/fukushima-engineer-says-he-covered-up-flaw-at-shut-reactor.html>
- 44 Voir : David McNeill et Jake Adelstein, « The explosive truth behind what happened at Fukushima », in *The Independent*, 17 août 2011. <http://www.independent.co.uk/news/world/asia/the-explosive-truth-behind-fukushimas-meltdown-2338819.htm>
- 45 Hiroko Tabuchi, « Inquiry declares Fukushima crisis a man-made disaster », in *The New York Times*, 5 juillet 2012. <http://www.nytimes.com/2012/07/06/world/asia/fukushima-nuclear-crisis-a-man-made-disaster-report-says.html> ; The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission (NAIIC), 2012, résumé et rapport principal disponibles sur : <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/naic.go.jp/en/index.html>
- 46 The National Diet of Japan Commission Report, *ibid.*, chapitre 1, p.9
- 47 The National Diet of Japan Commission Report, *ibid.*, chapitre 1, p.8-9.
- 48 Mosk, M., « Fukushima: Mark 1 Nuclear Reactor design caused GE scientist to quit in protest », in *ABC News*, 15 mars 2011. <http://abcnews.go.com/Blotter/fukushima-mark-nuclear-reactor-design-caused-ge-scientist/story?id=13141287>
- 49 The National Diet of Japan Commission Report, *op.cit.*, chapitre 2, p.9.
- 50 The National Diet of Japan Commission Report, *op.cit.*, chapitre 2, p.95.
- 51 The National Diet of Japan Commission Report, *op.cit.*, chapitre 2, p.97
- 52 Reiji Yoshida, « GE plan followed with inflexibility », in *The Japan Times*, 14 juillet 2011. <http://www.japantimes.co.jp/text/n20110714a2.html>
- 53 Voir : TEPCO: *The Dark Empire*, Nanatsumori Shokan, 2007.
- 54 McNeill, Adelstein, *op.cit.*
- 55 *Id.*
- 56 Installation of a Hardened Wetwell Vent (Generic Letter 89-16). <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/gen-comm/gen-letters/1989/gl89016.html>
- 57 US Nuclear Regulatory Commission SECY-12-157, *Consideration of Additional Requirements for Containment Venting Systems for Boiling Water Reactors with Mark I and Mark II Containments*. <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/secys/2012/2012-0157scy.pdf>
- 58 « Nuclear watchdog to require filtered ventilation system for boiling-water reactors », in *Mainichi*, 18 janvier 2013. <http://mainichi.jp/english/english/newsselect/news/20130118p2a00m0na008000c.html>
- 59 Matt Smith, « US nuclear plants similar to Fukushima spark concerns », CNN, 17 février 2012.
- 60 The National Diet of Japan Commission Report, *op.cit.*, chapitre 1, p.34.
- 61 Entretien personnel, *op.cit.*
- 62 « NUCLEAR CRISIS: HOW IT HAPPENED / Kan's visit 'wasted time' », in *The Yomiuri Shimbun*, 9 juin 2012. <http://www.yomiuri.co.jp/dy/national/T110608005066.htm>

63 OECD-NEA, *Implementation of Severe Accident Management Measures, ISAMM 2009, Workshop Proceedings*, octobre 2010, p.96. <https://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2010/csni-r2010-10-vol1.pdf>

64 Outre Toshiba et Hitachi, d'autres entreprises participent aux opérations de démantèlement de la centrale de Daiichi, dont : GE Nuclear Energy, Taisei Kensetsu Kajima Kensetsu, Goyo Kensetsu (Penta-Ocean Construction Co.), Maeda Corporation, Takenaka Obayashi Corporation, Kumagaigumi Co. et Hazama Corporation. Les entreprises du groupe TEPCO comprennent notamment : Kandenko, Todenkogyo Co., Tokyo Energy & Systems Inc., Tokyo Electric Power Environmental Engineering Co., Nakazatokoumuten Co., Atox Co, Taihei Dengyo Kaisha, Kataoka Co., Shin Nippon Technologies Co, Utoc Corporation, Shibakogyo Co., Japan Nuclear Security System Co., Tokyo Bosai Setsubi Co., Soushin Co., Utsue Valve Service Co. et Hanwa Ltd.
Voir : http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/images/m121203_05-j.pdf

65 Huw Griffith (AFP), « Japan PM: No individual to blame for Fukushima », 3 mars 2012. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/6cecbbf2-c9b4-11e1-a5e2-00144feabdc0.html>.

66 Voir : Gerald Curtis, « Stop blaming Fukushima on Japan's culture », in *The Financial Times*, 10 juillet 2012. <http://www.ft.com/intl/cms/s/0/6cecbbf2-c9b4-11e1-a5e2-00144feabdc0.html>

67 Willacy, M., « Fukushima plant directors resign with golden parachutes », *ABC News*, 27 juin 2012. <http://www.abc.net.au/pm/content/2012/s3534291.htm>

Les conventions existantes en matière de responsabilité civile nucléaire visent à protéger l'industrie nucléaire, sans prévoir d'indemnisation suffisante des victimes.



Image : La pancarte de Greenpeace signale une zone fortement contaminée dans un fossé d'écoulement des eaux de pluie entre deux maisons de Watari, une ville située à environ 60 km de la centrale de Fukushima.

#2

Situation et analyse de la responsabilité civile nucléaire à l'échelle internationale

par Antony Froggatt

Antony Froggatt est consultant indépendant en matière de politique énergétique et nucléaire internationale, et chercheur et membre émérite du *Royal Institute of International Affairs* (Chatham House) au Royaume-Uni.

2.1 Introduction

Si, au même titre que n'importe quelle entreprise, les centrales nucléaires peuvent mettre en danger la santé et la sécurité de leurs employés, elles peuvent aussi, dans des circonstances extrêmes, menacer la population et l'environnement dans leur ensemble. En raison de la nature même de cette technologie et de son combustible, l'énergie nucléaire est susceptible d'entraîner des accidents dont les répercussions graves et à long terme dépassent les frontières des États. Ce potentiel de dangerosité ayant été établi aux premières heures de l'industrie nucléaire civile, des accords internationaux ont été établis pour permettre aux victimes éventuelles de percevoir rapidement des réparations, mais aussi pour limiter l'exposition du secteur nucléaire aux potentielles demandes d'indemnisation.

La démarche visant à créer un régime international de responsabilité civile en matière de dommages nucléaires se heurte à différents problèmes, dont le principal réside dans l'antagonisme des objectifs poursuivis. La mise en place d'un système de responsabilité global nécessiterait de réunir sous un seul et même régime de responsabilité et d'indemnisation à la fois les États exploitant des centrales nucléaires, les États fournissant des matériaux nucléaires ou des services destinés aux programmes nucléaires, et tous les autres États qui pourraient être concernés par un accident nucléaire. Ce qui n'est pas le cas aujourd'hui.

Afin qu'un tel régime de responsabilité et d'indemnisation reste intéressant aux yeux des États cherchant à maintenir ou à développer leurs programmes d'énergie nucléaire, les obligations qu'il impose ne doivent pas être trop contraignantes¹. C'est pourquoi les pays signataires des conventions actuelles ont convenu d'un certain nombre de conditions, telles que : des définitions restreintes des dommages nucléaires et du délai pendant lequel des demandes d'indemnisation peuvent être déposées (délai dit de prescription) ; l'engagement de la responsabilité (« canalisation ») de l'exploitant uniquement ; et la possibilité de plafonner le montant total des indemnités disponibles. À l'inverse, pour les rendre attractives vis-à-vis des États dépourvus de centrales nucléaires, ces conventions devraient proposer des indemnités suffisantes et ne pas prévoir de restrictions ou d'obligations inacceptables pour les victimes qui cherchent à obtenir réparation des dommages subis. Pour ces États, adhérer à l'une des conventions en matière de responsabilité nucléaire ne présente donc aucun intérêt à l'heure actuelle.

Les conventions sur la responsabilité civile en matière de nucléaire, contrairement à celles qui existent dans un grand nombre d'autres secteurs, visent en effet à protéger l'industrie du nucléaire et ne proposent pas d'indemnités suffisantes aux victimes. Ce chapitre passe en revue les conventions internationales existantes en la matière et analyse les répercussions de certains problèmes, tels que le plafonnement des indemnités disponibles et la canalisation de la responsabilité sur l'exploitant. En conclusion, des orientations sont proposées pour réformer les législations nationales sur la responsabilité nucléaire.

2.2 Tour d'horizon des régimes de responsabilité ²

2.2.1 À l'échelon international

Les tentatives pour jeter les fondements d'un régime international de responsabilité nucléaire reposent sur deux cadres législatifs internationaux fondamentaux : la Convention sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire (Convention de Paris) de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), datant de 1960, et la Convention complémentaire de Bruxelles ³ de 1963 qui lui est associée, ainsi que la Convention relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires (Convention de Vienne) ⁴ de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), datant de 1963. Les conventions de Vienne et de Paris sont également unies par un Protocole commun adopté en 1988 ⁵. Toutefois, environ la moitié seulement des 438 réacteurs en activité dans le monde se situent dans des pays qui adhèrent à l'une de ces conventions ⁶, un grand nombre de pays tels que les États-Unis ou le Japon n'en faisant pas partie. En outre, chaque État possède ses propres cadres juridiques en matière d'énergie nucléaire, qui ne sont pas toujours entièrement compatibles avec les conventions internationales.

Les Conventions de Vienne et de Paris, négociées à l'époque des premiers balbutiements de l'industrie nucléaire, poursuivaient deux grands objectifs : la création d'un environnement économique favorable à l'épanouissement d'une industrie nucléaire naissante, et la mise en place de procédures claires et la garantie d'indemnités en cas d'accident. Le premier objectif a été atteint avec l'élimination de toutes les incertitudes juridiques et financières concernant d'éventuelles demandes d'indemnisation démesurées pouvant survenir en cas d'accident. Pour le secteur, il était évident que l'énergie nucléaire ne serait viable que si les entreprises intervenant dans la chaîne d'approvisionnement ainsi que les investisseurs plaçant leur argent dans un secteur potentiellement dangereux et litigieux disposaient d'une certaine protection financière.

Si elles présentent des différences dans le détail, les Conventions de Vienne et de Paris ont des points communs. Notamment, elles :

- fixent des limites quant au montant, à la durée et aux types de dommages pour lesquels les exploitants nucléaires sont responsables ;
- imposent une définition restrictive des dommages nucléaires ⁷ ;
- exigent de l'exploitant qu'il souscrive une assurance ou d'autres garanties financières ;
- canalisent la responsabilité exclusivement sur l'exploitant de la centrale nucléaire ;
- établissent la stricte responsabilité de l'exploitant, quelle que soit la faute, avec des exceptions toutefois ;
- attribuent la compétence exclusive aux tribunaux d'un seul pays en cas d'accident, généralement celui sur le territoire duquel l'incident s'est produit.

L'accident survenu en 1986 dans la centrale nucléaire de Tchernobyl, en Ukraine, a mis au jour un certain nombre de dysfonctionnements au niveau des conventions internationales de responsabilité. Le fait que les plafonds fixés pour la responsabilité n'étaient manifestement pas adaptés à l'ampleur des dommages provoqués par la catastrophe et que certains de ces dégâts n'étaient même pas prévus dans la définition des dommages au sens des deux conventions est certainement l'un des plus frappants. Notons aussi que les délais dans lesquels des demandes d'indemnisation ont dû être déposées ont également posé problème, tout comme les procédures de dépôt et le champ de compétence des tribunaux pour juger ces demandes. Le régime international de responsabilité n'a d'ailleurs pas été le seul cadre international dont les lacunes sont apparues au grand jour, de sorte qu'après la catastrophe de Tchernobyl, des efforts ont été entrepris par la communauté internationale pour moderniser un certain nombre de conventions, notamment celles sur les normes de sûreté nucléaire, sur la notification à la communauté internationale et sur la gestion des déchets radioactifs.

En matière de responsabilité nucléaire, trois mesures provisoires ont été prises dans l'optique de créer à terme un traité unique au niveau mondial. Premièrement, les États parties à la fois aux Conventions de Vienne et de Paris ont adopté en 1988 un Protocole commun, entré en vigueur en 1992, qui forme une « passerelle » entre les deux conventions et étend leur portée géographique, permettant ce faisant à une seule des conventions d'être exclusivement applicable en cas d'accident nucléaire. Deuxièmement, certains éléments des conventions existantes ont été modifiés. Le processus de négociation des modifications de la Convention de Vienne a ainsi débuté en 1990 pour s'achever en 1997. Les travaux de révision de la Convention de Paris ont commencé en 1997, et ceux de la Convention complémentaire de Bruxelles en 1999⁸. Les modifications apportées aux Conventions de Vienne et de Paris/Bruxelles augmentent le montant des indemnités disponibles (voir Tableau 1), allongent le délai de dépôt des demandes d'indemnisation et élargissent la liste des dommages couverts par les conventions. Les nouveaux plafonds limitant la responsabilité et l'indemnisation au titre de la Convention de Paris révisée se monteraient ainsi à 700 millions d'euros au minimum (920 millions de dollars) et le total des indemnités disponibles au titre de la Convention complémentaire de Bruxelles serait de 1,5 milliard d'euros. Le montant total des indemnisations restent néanmoins faible par rapport aux coûts engendrés par les catastrophes de Tchernobyl et de Fukushima. Un grand nombre d'études estiment que la première a coûté entre 75 et 360 milliards de dollars (avec des variations considérables suivant les taux de change), tandis que les premières estimations du Centre japonais pour la recherche économique évaluent que Fukushima a coûté au total entre 5 700 et 20 000 milliards de yens (soit entre 48 et 169 milliards d'euros). En outre, le fait d'établir des montants fixes pour les indemnisations est non seulement arbitraire (en l'absence d'estimation véritablement fiable des dommages potentiels), mais il est également peu vraisemblable que ces montants restent adaptés sur le long terme.

Enfin, la nouvelle Convention sur la réparation complémentaire (CRC)⁹ adoptée en 1997 vise à constituer un instrument indépendant auquel tous les États peuvent adhérer, indépendamment de leur rattachement à l'une des conventions sur la responsabilité nucléaire déjà existantes. Son but est d'apporter des indemnités pour les dommages nucléaires qui s'ajouteraient à celles prévues par les conventions internationales et les législations nationales en place. De plus, elle vise à élargir le nombre d'États parties à une convention internationale. Ainsi, le secteur du nucléaire serait à l'abri des demandes d'indemnisation en dehors de ces régimes. La CRC fixe la première tranche de réparation à 300 millions de droits de tirage spéciaux (DTS)¹⁰ (l'équivalent de près de 300 millions d'euros). Si l'exploitant est dans l'incapacité d'honorer ce montant, les pouvoirs publics du territoire sur lequel le réacteur est installé doit tenir à sa disposition un fonds public couvrant la différence. Si les demandes d'indemnisation pour dommages nucléaires dépassent 300 millions de DTS, la CRC exige que ses États membres cotisent à un fonds international pour apporter des réparations supplémentaires^{11, 12}.

Tableau 1 :
Responsabilité
et montant des
indemnisations
pour les différentes
conventions (en
millions d'euros).

Convention	Responsabilité de l'exploitant et de l'État hôte	Contributions combinées des autres États parties	Indemnisation minimum totale disponible	Nombre de parties
Paris, 1960	Entre 6 € et 18 €	-	Entre 6 € et 18 €	15
Bruxelles, 1963	202 €	149 €	357 €	12
Paris, 2004	700 €	-	700 €	3
Bruxelles, 2004	1 200 €	300 €	1 500 €	3
Vienne, 1963	50 €	-	50 €	38
Vienne, 1997	357 €	-	357 €	10
CRC*, 1997	357 €	aléatoire	713 €	4

Source : Source : AIEA 2012

* Convention sur la réparation complémentaire

Bien qu'elles comportent certaines caractéristiques communes, les conventions en matière de responsabilité civile nucléaire ne constituent pas un régime juridique exhaustif et homogène à l'échelle internationale en cas d'accident nucléaire. Comme nous l'avons déjà mentionné, les pays peuvent en effet adhérer à différents accords internationaux.

L'objectif qui visait à garantir une large adhésion aux conventions internationales révisées n'a pas été atteint. En mai 2012, six pays en tout avaient ratifié le Protocole d'amendement (1997) de la Convention de Vienne (1963), et quatre autres États en étaient également parties¹³. Cela a suffi à l'entrée en vigueur en 2003 de ce Protocole d'amendement, bien que l'absence d'adhésion massive demeure problématique. La ratification de la Convention de Paris et de la Convention complémentaire de Bruxelles révisées ont également été retardées¹⁴. Afin que le Protocole portant modification de la Convention de Paris entre en vigueur, il doit être ratifié par les deux tiers des parties contractantes. Pour les États membres de l'Union européenne, cette ratification était censée avoir lieu avant fin 2006¹⁵, mais cela n'a toujours pas été fait. Il a été annoncé que cette ratification aurait bien lieu et que le Protocole entrerait en vigueur début 2014¹⁶.

Pour ce qui est du Protocole portant modification de la Convention de Bruxelles, la ratification de toutes les parties contractantes est nécessaire. Quatre pays sur 15 seulement (l'Argentine, le Maroc, la Roumanie et les États-Unis) ont ratifié la Convention sur la réparation complémentaire (CRC)¹⁷, or cette dernière doit entrer en vigueur au 90e jour suivant la date de ratification par au moins cinq États ayant au minimum 400 000 unités de puissance installée (soit environ 400 000 MWth¹⁸)¹⁹. La presse fait mention d'une éventuelle adhésion du Japon²⁰ (pour une liste des pays ayant ratifié chacune des conventions, voir le Tableau 2). Soulignons que près de 27 ans après la catastrophe de Tchernobyl, ni la CRC, adoptée il y a 16 ans, ni les protocoles modifiant les Conventions de Paris/Bruxelles, adoptés il y a neuf ans, ne sont entrés en vigueur. La situation n'a donc toujours pas connu d'évolution significative depuis l'accident de Tchernobyl survenu le 26 avril 1986²¹.

Au cours des négociations sur la révision des Conventions de Vienne et de Paris, les représentants du secteur de l'assurance du risque nucléaire ont déclaré que certains amendements proposés seraient problématiques et ont fait part de leurs inquiétudes concernant notamment :

- l'incapacité du marché de l'assurance privée à couvrir les exploitants de centrales nucléaires en cas de relèvement des montants de responsabilité ;
- la réticence du marché à couvrir les exploitants en cas de prolongation du délai de prescription ;
- la difficulté pour l'assureur de couvrir toutes les catégories incluses dans la définition élargie des dommages ²², telles que les dommages causés à l'environnement.

Les problèmes liés à l'assurance privée peuvent être considérés, du moins en partie, comme étant d'ordre financier. Dans son document consultatif de 2007 sur la modification des plafonds de responsabilité, le gouvernement britannique a pointé du doigt les obstacles rencontrés actuellement : « Dans la mesure où il est impossible d'obtenir une garantie commerciale couvrant tous les aspects des nouvelles responsabilités des exploitants, les pouvoirs publics vont étudier les autres solutions à leur disposition, y compris une couverture fournie par un fonds public en contrepartie d'une rémunération » ²³. Cette solution a déjà été adoptée par les Pays-Bas, où la responsabilité est alignée sur la Convention de Paris révisée. Cependant, la loi néerlandaise prévoit qu'un montant moins élevé peut être fixé par arrêté ministériel pour les installations « à faible risque ». Jusqu'à présent, cinq installations présentent des besoins de garanties moins importants, compris entre 22,5 et 45 millions d'euros. En outre, si un exploitant ne peut obtenir la garantie financière exigée par la Convention ou si cette garantie ne peut être obtenue qu'à un « coût déraisonnable », le ministère est habilité à établir un contrat pour le compte de l'État ²⁴.

2.2.2 À l'échelon national ²⁵

Un certain nombre de pays ne s'en remettent qu'à leur législation nationale en matière de responsabilité nucléaire (par exemple le Japon). Le montant des éventuelles indemnités versées aux victimes et les obligations des exploitants dépendent donc de ces législations nationales. En d'autres termes, les conditions et obligations des conventions internationales ne sont pas applicables en cas d'accident nucléaire dans ces pays.

Certains pays dépourvus d'industrie nucléaire commerciale peuvent en revanche posséder des réacteurs nucléaires de recherche et de ce fait avoir établi des régimes nationaux de responsabilité. C'est notamment le cas de l'Autriche, qui par ailleurs s'oppose très activement à l'utilisation de l'énergie nucléaire par ses pays voisins. En 1995, le Parlement autrichien a adopté une résolution exhortant le gouvernement à réviser la loi sur la responsabilité nucléaire ; cette demande a débouché en 1998 sur une loi « qui offre un contraste frappant avec les principes fondamentaux du droit nucléaire international ²⁶ ». En effet celle-ci ne fixe aucune limite à la responsabilité, élimine en grande partie la canalisation juridique sur les exploitants, élargit la définition du dommage nucléaire et attribue la compétence aux tribunaux autrichiens dans le cas où un dommage se produirait en Autriche, et ce quelle qu'en soit la cause. Même après révision, le niveau des indemnités des instruments internationaux reste relativement faible par rapport aux coûts potentiellement engendrés par un accident grave (voir section 2.3). Ainsi, en devenant partie à une convention internationale, un État ne produisant pas d'énergie nucléaire risque en réalité de voir réduire ses possibilités de recours judiciaires en cas d'accident ²⁷. C'est pourquoi dans sa résolution de 1995, le Parlement autrichien a spécifiquement demandé au gouvernement de ne pas ratifier la Convention de Paris jusqu'à ce que certaines améliorations essentielles, à savoir l'élimination de la canalisation juridique, soient apportées ²⁸.

2.3 La limitation de la responsabilité nucléaire au regard du coût des accidents nucléaires

Les conventions internationales sur la responsabilité consistent avant tout à justifier la législation nationale par le plafonnement des coûts supportés par l'exploitant d'une centrale en cas d'accident nucléaire dont les répercussions exigent le versement d'indemnités à des tiers. Si les limites fixées par les conventions internationales constituent en réalité le seuil minimum de responsabilité d'une société exploitante, dans la plupart des cas, ce plancher est considéré comme un plafond maximum. Dans certains cas marginaux, la législation nationale va au-delà des exigences prévues par les conventions : par exemple en Allemagne, au Japon et en Suisse, la responsabilité de l'exploitant n'est pas limitée ^{29, 30}.

Comme l'illustre le tableau 1, la fourchette des indemnités minimum s'étend de 350 millions à 1,5 milliard d'euros selon les régimes. Même dans le cadre d'un régime de responsabilité civile non limitée, les limites matérielles de la capacité du marché de l'assurance nucléaire et des actifs d'un exploitant (et des fournisseurs et des financiers, lorsque leur responsabilité est également engagée) imposent une contrainte sur l'ampleur des fonds pouvant être levés pour payer les réparations aux victimes. Dans la pratique, la canalisation de la responsabilité sur le seul opérateur réduit l'échelle des fonds disponibles à une infime partie des coûts pouvant être potentiellement engendrés par un accident nucléaire grave. Un grand nombre de pays disposant de l'énergie nucléaire sont conscients de cet état de fait et apportent des garanties de réparations supplémentaires pour les victimes nationales au moyen de fonds publics. C'est notamment le cas de l'Allemagne et de la Suisse (dont la responsabilité des exploitants n'est pas limitée).

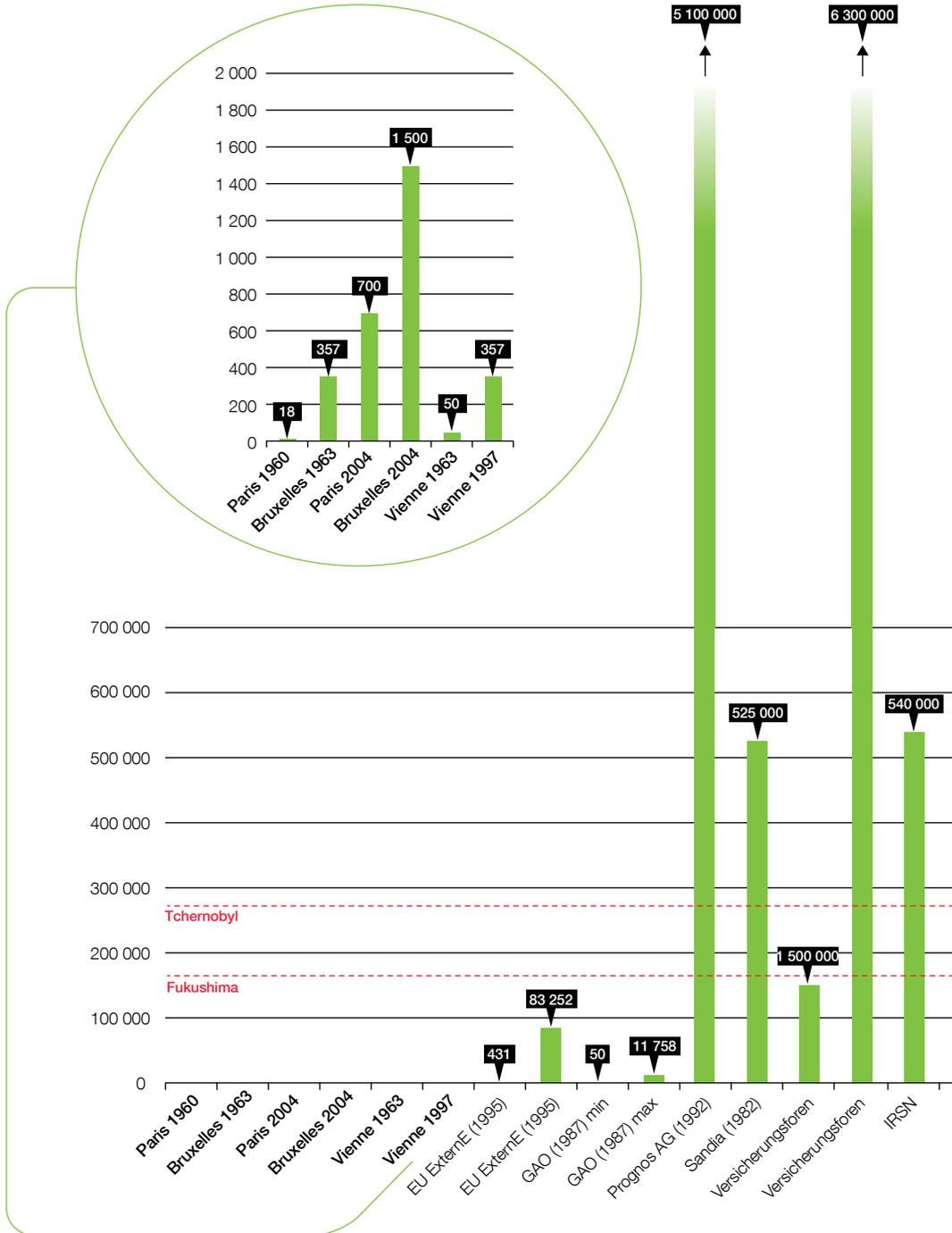
Les seuils dont il est question dans ces pays restent toutefois insignifiants par rapport aux coûts théoriques d'un accident à grande échelle, comme l'illustre le graphique 1.

Outre les estimations de coûts réalisées à partir d'accidents réels, un certain nombre d'évaluations théoriques existent, notamment :

- L'étude menée en 1995 par le projet ExternE de l'Union européenne, a envisagé quatre scénarios d'accidents nucléaires, entraînant des dommages coûtant entre 431 et 83 252 millions d'euros ³¹. Il convient de noter que ces estimations de coûts excluent la décontamination, même s'il est reconnu que ces coûts « peuvent rapidement devenir astronomiques » et que leur évaluation économique rencontre des limites de taille ³², du fait :
 - d'incertitudes quant aux répercussions (évaluation du terme source, difficultés à estimer les conséquences environnementales en raison de la contamination à long terme, incertitudes sur les effets des radiations sur la santé, etc.) ;
 - d'incertitudes quant à l'efficacité des contre-mesures ;
 - de la quasi-impossibilité d'évaluer certaines conséquences sociales d'un point de vue économique.
- Après la catastrophe de Tchernobyl, en 1987, la Direction de l'audit du congrès américain (GAO) a analysé les conséquences financières hors site d'un accident nucléaire majeur survenant sur chacune des 119 centrales nucléaires alors en exploitation aux États-Unis. Ces estimations allaient de 67 millions de dollars (50 millions d'euros) pour l'accident le moins coûteux, à 15 536 millions de dollars (11 758 millions d'euros) ³³.
- Une évaluation conduite par Prognos AG en 1992 pour le gouvernement allemand a chiffré le pire scénario pour un accident survenant à la centrale nucléaire de Biblis (équipée de REP) à 6,8 billions de dollars (5,1 billions d'euros) ³⁴.
- En 1982, le « rapport Sandia » a conclu qu'un très grave accident pouvait causer des dégâts de l'ordre de 695 milliards de dollars (525 milliards d'euros) ³⁵.

Graphique 1 :
 Comparaison
 entre les montants
 maximum
 d'indemnisation
 prévus par les
 conventions
 internationales et les
 coûts estimés des
 accidents.

Toutes les données sont exprimées en millions d'euros



Source: Greenpeace 2012. Remarque : les estimations hautes des coûts de Tchernobyl et de Fukushima servent de référence (Tchernobyl : 270 milliards de dollars, Fukushima : 269 milliards de dollars). Les coûts de la catastrophe de Fukushima se fondent sur des estimations préliminaires.

- Une étude menée en 2011 par Versicherungsforen Leipzig pour le compte du secteur allemand des énergies renouvelables à la suite de la catastrophe de Fukushima a calculé qu'un accident nucléaire en Allemagne coûterait entre 150 milliards et 6,3 trilliards d'euros³⁶.
- L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), organisme français apportant son appui et son concours technique et opérationnel aux autorités en matière de sûreté publique sur les risques nucléaires et radiologiques, faisait état, dans son rapport de novembre 2012 sur un éventuel accident grave en France, d'un coût total dépassant 540 milliards d'euros. Ce montant comprend le coût de la décontamination et des indemnités, les pertes en électricité et les répercussions sur l'image de certains produits entraînant une baisse de leur valeur. Patrick Momal, à la tête de l'étude, a déclaré qu'un tel événement serait une « catastrophe européenne ingérable », avançant l'hypothèse qu'elle serait plus coûteuse que celle de Fukushima en raison de la densité de population plus élevée et du nombre de centrales nucléaires implantées dans la région³⁷.

Les coûts réels liés à l'accident de Tchernobyl sont difficiles à estimer et se situent dans une fourchette comprise entre 75 et 360 milliards de dollars (les taux de change sont toutefois extrêmement variables). Une première estimation établissait les coûts minimum à court terme autour de 15 milliards de dollars, les coûts à long terme atteignant 75 à 150 milliards de dollars³⁸. Dans un rapport de 1990, Yuri Koryakin, alors économiste en chef de l'Institut de recherche et de développement en ingénierie énergétique de l'Union soviétique, avait estimé que la catastrophe de Tchernobyl coûterait, de 1986 à 2000 pour les anciennes républiques soviétiques du Bélarus, de la Russie et de l'Ukraine, entre 170 et 215 milliards de roubles (l'équivalent de 283 à 358 milliards de dollars au taux de change officiel de l'époque)³⁹. Le gouvernement bélarussien a évalué quant à lui que le total des dommages économiques causés entre 1986 et 2015 se monterait à 235 milliards de dollars (prix de juin 1992)⁴⁰. Selon une autre estimation, le coût économique total pour la seule Ukraine serait de 130 milliards de dollars⁴¹. En raison notamment de l'instabilité politique dans la région au début des années 1990 et de la fluctuation des monnaies et des taux de change, il est cependant impossible de chiffrer précisément le coût de l'accident de Tchernobyl. Un constat semble toutefois s'imposer : il s'agit de l'accident nucléaire le plus coûteux à ce jour, qui se chiffre en centaines de milliards de dollars, un montant excédant de loin la plupart des obligations juridiques.

Le coût définitif de la catastrophe de Fukushima est tout aussi imprécis en raison des incertitudes quant au nombre de personnes touchées et à l'avenir des zones évacuées et de leurs populations. Selon une première évaluation réalisée par le Centre japonais pour la recherche économique, le coût total se situerait entre 5 700 et 20 000 milliards de yens (48-169 milliards d'euros). Ce montant a été divisé en trois catégories de coûts : les réparations pour l'achat des terres 4 300 milliards de yens (36 milliards d'euros) ; les indemnités pour les pertes de revenus 630 milliards de yens (5,3 milliards d'euros) ; et les coûts de déclassement et de décontamination compris entre 740 et 15 000 milliards de yens (6,3-127 milliards d'euros)⁴².

Dans son rapport annuel d'avril 2012, l'entreprise TEPCO déclarait qu'elle s'était engagée à payer rapidement des réparations aux personnes touchées par l'accident, conformément à la loi japonaise de 1961 sur l'indemnisation des dommages nucléaires. En se fondant sur les lignes directrices émises le 5 août 2011 par le Comité pour l'ajustement des indemnités en cas de litige sur les dommages nucléaires (Committee for Adjustment of Compensation for Nuclear Damages Disputes), l'exploitant est parti du principe que le coût initial des réparations se montait à 2 644 milliards de yens (22 milliards d'euros)⁴³. Ce total est ventilé comme suit : 1 174 milliards de yens (10 milliards d'euros) destinés aux indemnités pour les particuliers, 986 milliards de yens (8 milliards d'euros) pour les entreprises, et 484 milliards de yens (4 milliards d'euros) pour d'autres indemnités⁴⁴. Sur ce chiffre, TEPCO devra verser 2 524 milliards de yens (21 milliards d'euros) de dommages nucléaires, après déduction des 120 milliards de yens que l'entreprise a reçus en compensation au titre de la loi japonaise de 1961 sur l'indemnisation des dommages nucléaires⁴⁵.

Ces 2 644 milliards de yens ne représentent toutefois pas le montant total. Des paiements annuels sont

également à prévoir, avec 161 milliards de yens (1,4 milliard d'euros) provisionnés sur les comptes de l'entreprise pour des réparations supplémentaires au premier trimestre 2012 ⁴⁶. TEPCO a indiqué que « l'entreprise prend note du montant estimé, dans la mesure où une estimation raisonnable est possible à l'heure actuelle, bien que les estimations des indemnités puissent varier en fonction de la précision des données de référence et des accords passés avec les victimes à partir de maintenant ⁴⁷ ». En novembre 2012, les représentants de TEPCO avançaient l'hypothèse que les coûts des indemnités et de la décontamination pourraient atteindre 10 billions de yens (85 milliards d'euros) ⁴⁸.

Le Comité pour l'ajustement des indemnités en cas de litige sur les dommages nucléaires évaluait à environ 13 milliards d'euros le coût total du déclassement des six unités de Fukushima Daiichi. Le comité n'a toutefois pas été en mesure de déterminer les coûts de décontamination et ne les a pas pris en compte ⁴⁹.

Pour remettre ces chiffres en contexte, d'après le rapport du gouvernement japonais publié trois mois après l'accident nucléaire, les pertes totales de biens matériels (pertes directes) liées au tremblement de terre et au tsunami, à l'exclusion des pertes découlant de l'accident nucléaire, se montaient à environ 16,9 billions de yens (143 milliards d'euros), soit près de 3,3 % du PIB. Sur ces pertes, celles couvertes par les assurances sont estimées à 3 000 milliards de yens (25 milliards d'euros), ce qui place probablement l'événement en deuxième position des accidents les plus coûteux pour les assurances depuis les années 1970 ⁵⁰.

2.4 Les répercussions économiques d'une responsabilité limitée

L'expérience accumulée ainsi qu'un grand nombre d'études ont montré que les indemnités nécessaires en cas d'accident rejetant des substances radioactives à grande échelle hors site vont bien au-delà des limites, même revues à la hausse, prévues par les conventions internationales. À une époque où la conscience collective des conséquences des dommages environnementaux ne cesse de prendre de l'ampleur et dans le contexte d'une économie de marché, le concept même d'un plafond artificiel limitant le montant des indemnités que les exploitants sont tenus de payer est injustifié.

Le coût de l'indemnisation en cas d'accident ayant des répercussions hors site dépassant largement les montants dont les exploitants sont responsables au titre des conventions internationales, on pourrait penser que ces dernières sont à l'évidence inadaptées et qu'il suffit de les réviser en vue de répondre au plus haut niveau possible d'indemnisation. Mais en réalité, cela produirait l'effet strictement inverse en protégeant les exploitants des demandes de réparations.

Les plafonds mis en place par les législations nationales pour limiter la responsabilité civile des exploitants de centrales nucléaires permettent de réduire leurs primes d'assurance. Peu de données ont été rendues publiques concernant les coûts réels que représentent les primes d'assurance civile de chaque installation ainsi que les détails relatifs à la couverture fournie, et il est très peu probable que des comparaisons aient été publiées. Toutefois, voici quelques-unes des données par pays disponibles en la matière :

- Aux États-Unis, l'autorité de sûreté nucléaire américaine (Nuclear Regulatory Commission, NRC) exige que tous les exploitants de centrales nucléaires apportent la preuve qu'ils ont souscrit à une assurance de première et seconde ligne comme l'exige la loi Price-Anderson relative aux indemnisations dans l'industrie nucléaire. Les exploitants souscrivent leur assurance de première ligne auprès du groupement des assureurs américains du risque nucléaire (American Nuclear Insurers). La prime annuelle moyenne pour une centrale à une seule tranche est de 830 000 dollars (630 000 euros) ⁵¹.

-
- En 2011 au Canada, Ontario Power Generation Ltd a déboursé 809 626 dollars canadiens (623 000 euros) pour sa responsabilité civile nucléaire qui couvrait 10 tranches réparties sur deux centrales ⁵².
 - Une étude commandée par le ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique estime le coût total annuel des assurances au Royaume-Uni à 10 000 livres par MW de capacité installée. Le ministère en a conclu que « cela démontre que le coût total de l'assurance, dont la responsabilité civile en matière de nucléaire n'est qu'un élément parmi d'autres (tels que la responsabilité civile non nucléaire, l'arrêt de l'exploitation, le bris de machines, les risques liés à la construction, les actions criminelles, etc.), représente une partie infime des coûts que nécessite la génération d'électricité par une centrale nucléaire ⁵³ ».

Les études mentionnées ci-dessous avancent des données sur les retombées économiques du relèvement ou de l'élimination des plafonds en matière de responsabilité. Certaines présentent également les coûts d'un recours obligatoire aux assurances privées.

D'après une brève analyse publiée en 2003, si EDF devait assurer ses centrales électriques entièrement auprès d'assureurs privés tout en respectant les plafonds d'indemnités admis actuellement au niveau international qui se montent approximativement à 420 millions d'euros, les primes d'assurance d'EDF passeraient de 0,0017 c€/kWh ⁵⁴ à 0,019 c€/kWh, ce qui augmenterait de 0,8 % le coût de production. Cependant, s'il n'existait aucun plafond et que les exploitants devaient indemniser les dommages causés par un important rejet de radiations hors site, les primes d'assurance bondiraient à 5,0 c€/kWh, triplant ainsi le coût total de production actuel ⁵⁵.

Une analyse plus complète réalisée par Versicherungsforen Leipzig s'est intéressée au coût des assurances en Allemagne. Celle-ci met en lumière les variables et les coûts associés à un régime d'assurance reflétant les coûts et conclue que la prime d'assurance entraînerait une augmentation du prix du kWh comprise entre 0,14 et 67,3 € ⁵⁶.

L'étude menée par le Centre japonais pour la recherche économique indique que, si tous les réacteurs de TEPCO exploités pendant une période de 10 ans devaient obligatoirement prendre en compte les coûts anticipés pour Fukushima (entre 5,7 et 20 billions de yens, soit entre 48 et 169 milliards d'euros), cela entraînerait une hausse de 6,8 à 23,9 ¥/kWh (0,06-0,22 €/kWh), tandis que si ce coût devait être réparti sur toutes les centrales nucléaires, la hausse se situerait entre 2,0 et 6,9 ¥/kWh (0,02-0,06 €/kWh), par rapport au coût de production nucléaire cité d'environ 6 ¥/kWh (0,05 €/kWh) ⁵⁷.

Le gouvernement britannique a entrepris d'évaluer l'extension de la couverture de responsabilité imposée aux exploitants nucléaires par les nouvelles exigences de la Convention de Paris révisée. À la suite de discussions avec les représentants du secteur, le ministère de l'Énergie et du Changement climatique a indiqué que « conformément aux changements de régime proposés, les exploitants seront désormais responsables pour six catégories de dommages au lieu de trois (les pertes économiques consécutives sont déjà couvertes), y compris les préjudices corporels désormais étendus à 30 ans, et que le montant pour lequel ils seront responsables augmentera de façon substantielle, passant de 140 à 1 200 millions de livres. Selon les estimations fournies par le secteur, le niveau des primes d'assurance sera ainsi 2 à 10 fois supérieur à celui actuel, soit 7,5 fois plus important en moyenne ⁵⁸ ».

La possibilité de demander des indemnités à d'autres parties que le seul exploitant en cas d'accident bénéficierait aux victimes, renforcerait l'obligation de rendre des comptes et la transparence, et favoriserait l'adhésion à une culture de sûreté adaptée sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.



Image : Greenpeace évalue les niveaux de radioactivité dans le village d'Iitate, à 40 km de la centrale de Fukushima. Depuis le début de la catastrophe, des équipes de Greenpeace sont sur place pour effectuer des mesures et évaluer la menace qui pèse sur la population de la région.

2.5 Canalisation de la responsabilité

L'article II, paragraphe 5 de la Convention de Vienne stipule que : « Sauf disposition contraire de la présente Convention, aucune personne autre que l'exploitant n'est responsable d'un dommage nucléaire. »

Tous les principaux régimes « canalisent » ou font reposer la responsabilité sur le seul exploitant, tout autre intervenant dans la construction et la maintenance d'une centrale nucléaire ne pouvant être tenu responsable d'aucun dommage. La Convention de Vienne prévoit pour l'exploitant des droits de recours très limités vis-à-vis des tiers. En résumé, conformément à l'article X de la Convention, l'exploitant n'a de droit de recours que « si un tel droit a été expressément prévu par un contrat écrit ». En conséquence, si une demande d'indemnisation est déposée directement contre un tiers, cette demande sera très certainement rejetée par les tribunaux⁶⁹.

La canalisation de la responsabilité sur l'exploitant est justifiée par le fait qu'elle simplifie, et donc qu'elle accélère, les actions en indemnisation intentées par les victimes. En outre, d'aucuns avancent que la canalisation « garantit dans la mesure du possible le traitement équitable et égalitaire de toutes les victimes potentielles, et présente donc des avantages pour chacune des victimes⁶⁰ ». En revanche, comme le souligne l'Agence pour l'énergie nucléaire, elle « minimise les charges qui pèsent sur l'industrie du nucléaire dans son ensemble, car les personnes qui participent à l'exploitation d'une centrale nucléaire, notamment les fournisseurs et les transporteurs, n'ont ainsi pas besoin d'une assurance complémentaire en sus de celle de l'exploitant⁶¹ ».

Pourtant, la possibilité de demander des indemnités à d'autres parties que le seul exploitant en cas d'accident bénéficierait aux victimes, renforcerait l'obligation de rendre des comptes et la transparence, et favoriserait l'adhésion à une culture de sûreté adaptée sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement. En outre, la canalisation de la responsabilité restreint le nombre de possibilités qui s'offrent aux victimes potentielles de saisir la justice et, eu égard au grand nombre de plaintes et aux fonds disponibles limités, elle peut signifier que certaines personnes concernées ne recevront pas de réparation convenable.

La participation d'entreprises étrangères à des projets nucléaires nécessite souvent de posséder un régime de responsabilité, et dans certains cas d'être signataire des conventions internationales. Par exemple, la Banque européenne pour la reconstruction et le développement, l'une des institutions financières internationales finançant l'énergie nucléaire, exige de l'État sur le territoire duquel le projet se déroule qu'il adhère à la Convention de Vienne et dispose d'une législation nationale en accord avec celle-ci⁶². L'organisme américain de crédit à l'exportation US Export Credit Agency⁶³ exige en revanche simplement que « l'État hôte soit doté d'un régime convenant à l'ExIm Bank (Banque d'import-export américaine) sur le plan de la responsabilité pour les dommages nucléaires⁶⁴ », et non qu'il adhère à une convention en particulier.

Tous les régimes nationaux ne reconnaissent cependant pas la nécessité de canaliser la responsabilité. La nouvelle loi indienne de 2011 sur le nucléaire autorise expressément les exploitants nucléaires à saisir la justice en cas « d'acte intentionnel ou de négligence grave de la part du fournisseur », tandis que la législation existante en Russie et en Corée du Sud permet aux exploitants de demander des indemnités aux fournisseurs en cas de négligence⁶⁵.

Dans d'autres secteurs (hors nucléaire), les conséquences juridiques et économiques ne sont pas supportées par le seul exploitant, comme on a pu le constater lors de la marée noire de Deepwater Horizon, où les parties concernées ont demandé des indemnités non seulement à BP, l'exploitant de la plateforme pétrolière, mais aussi à Transocean, le propriétaire de la plateforme, et à Halliburton, le fournisseur de ciment pour le puits⁶⁶.

2.6 Autres aspects problématiques

Les régimes de responsabilité nationaux et internationaux actuels comportent un certain nombre de lacunes et de restrictions, en particulier concernant l'environnement. Les amendements apportés aux conventions ont modifié la portée de la responsabilité et permis d'inclure les décès ou dommages aux personnes, les pertes de biens ou dommages aux biens, les pertes économiques, les pertes de revenus, le coût des mesures de prévention et le coût des mesures de restauration d'un environnement dégradé. Concernant ce dernier point, il a toutefois été souligné que « toutes les formes de responsabilité environnementale ou presque sont inassurables ⁶⁷ ». Il y aurait à cela un certain nombre de raisons, notamment l'absence d'intérêt économique direct dans l'environnement, qui de ce fait ne peut présenter un « intérêt d'assurance ⁶⁸ ».

Outre les questions soulevées par les définitions des dommages, la période durant laquelle les demandes d'indemnisation peuvent être déposées demeure problématique dans les conventions actuelles. L'article VI de la Convention de Vienne de 1963 établit que « [l]e droit à réparation en vertu de la présente Convention est éteint si une action n'est pas intentée dans les dix ans à compter de la date de l'accident nucléaire ». Ce délai a été modifié dans le Protocole commun, de sorte qu'en matière de décès et de dommages aux personnes, les demandes puissent être déposées durant une période de 30 ans à compter de la date de l'accident nucléaire, et de 10 ans pour tous les autres dommages. Si l'allongement des délais pour intenter une action en cas de décès et de dommage aux personnes prend en compte la période de latence qui précède un grand nombre de pathologies liées aux radiations, la restriction de tous les autres délais à 10 ans ne tient en revanche pas compte de l'étendue des effets secondaires potentiels des rejets radioactifs dans l'environnement. Cette modification n'en demeure pas moins une source d'inquiétude pour les assureurs, car « on possède très peu de données sur les sinistres survenus dans le secteur des assurances responsabilité civile à long terme (lorsque la compagnie d'assurance risque toujours d'avoir à répondre à des demandes en réparation après plusieurs années) ⁶⁹ » ces sinistres constituant un contexte difficile et exigeant parfois le paiement d'indemnités plusieurs décennies après les accidents, ce qui augmente les risques économiques.

De plus, les conventions internationales attribuent la compétence exclusive aux tribunaux de l'État sur le territoire duquel l'accident nucléaire s'est produit. Cela restreint la capacité des victimes potentielles vivant dans d'autres pays à demander des indemnités auprès de leurs propres tribunaux. C'est l'une des raisons pour lesquelles « les États non dotés de programmes nucléaires ont nettement le sentiment que les Conventions de Paris et de Bruxelles sont conçues en vue de sauvegarder les intérêts de l'industrie nucléaire ⁷⁰ ».

2.7 Conclusion

À l'heure actuelle, les législations et conventions nationales et internationales en matière de responsabilité civile nucléaire ne permettent pas aux victimes d'être pleinement indemnisées dans des délais raisonnables, ni de véritablement couvrir toutes les responsabilités en cas d'accident grave.

Les régimes de responsabilité ne garantissent pas non plus que les compagnies soient en mesure d'assumer leurs responsabilités économiques en matière de réparation et de « nettoyage » dans l'éventualité d'un accident grave. L'objectif premier des régimes actuels est au contraire de protéger le secteur (les exploitants ainsi que les fournisseurs), au détriment des victimes potentielles et de l'environnement.

Les enseignements tirés de Fukushima ainsi que les études scientifiques prouvent que le régime de responsabilité japonais était lui aussi tout à fait inadapté et inéquitable malgré la responsabilité illimitée et stricte de l'exploitant, essentiellement en raison de la garantie financière limitée de ce dernier au vu de l'étendue financière des dommages. Ce point est abordé en détail au chapitre 1.

Après la catastrophe de Tchernobyl, une réforme des régimes de responsabilité nucléaire au niveau international a été entamée. Mais plus de 25 ans ont passé et peu de progrès ont été enregistrés : la CRC adoptée il y a 16 ans et les protocoles modifiant les Conventions de Paris/Bruxelles adoptés il y a neuf ans ne sont toujours pas entrés en vigueur. La situation n'a donc pas beaucoup évolué⁷¹. Fait plus important encore, environ la moitié seulement des centrales nucléaires dans le monde sont installées dans des États parties à une convention sur la responsabilité nucléaire. En outre, un grand nombre des dysfonctionnements mis au jour au moment de Tchernobyl n'ont pas été résolus, puisque seule la Convention révisée de Vienne est entrée en vigueur, tous les autres instruments étant restés tels qu'ils étaient avant 1986. À la suite de la catastrophe de Fukushima, la communauté internationale n'a pas pris conscience de la gravité de cette inaction, l'isolation géographique du Japon ayant notamment permis de limiter la contamination transfrontière.

Les autorités publiques et les exploitants nucléaires de chaque pays devraient donc réformer leur législation nationale afin de prendre en considération les éléments suivants :

- Les plafonds actuels des indemnités versées aux tiers touchés par les accidents nucléaires, confortés par les régimes internationaux, entravent les victimes potentielles et les personnes concernées par l'accident dans l'accès aux réparations nécessaires. Ils devraient donc être supprimés.
- La canalisation de la responsabilité sur le seul exploitant est inutile et déraisonnable. La possibilité de demander des indemnités à d'autres parties en cas d'accident bénéficierait aux victimes, renforcerait l'obligation de rendre des comptes et la transparence, et favoriserait l'adhésion à une culture de sûreté adaptée sur l'ensemble de la chaîne d'approvisionnement.
- L'amélioration de la transparence en ce qui concerne les coûts et l'étendue de la couverture des assurances de responsabilité civile pour les entreprises nucléaires privées et publiques permettrait de réaliser des comparaisons, à la fois au sein de l'industrie du nucléaire et entre différents secteurs à risques ;
- La garantie d'une couverture financière adaptée. L'absence de couverture financière adaptée représente une importante distorsion du marché de l'électricité. D'autres secteurs de production d'énergie sont soumis à des paiements ou des taxes supplémentaires pour la pollution ou les dégradations de l'environnement, notamment pour les coûts engendrés par leurs émissions. Sans l'intervention de l'État, même de grandes entreprises rentables, comme c'était le cas de TEPCO, ne pourraient surmonter un accident nucléaire grave. Un accident de ce type, en raison des pertes importantes qu'il entraîne sur le plan de la confiance, du chiffre d'affaires et de la réputation, entraînerait très certainement la faillite de n'importe quelle entreprise privée de service public.
- Il est de plus en plus admis que les répercussions financières des rejets radiologiques hors site dépassent les zones directement affectées. En raison de la nature complexe de certains processus de fabrication, la perte d'une installation industrielle peut par exemple avoir des conséquences économiques bien plus larges due à la rupture d'approvisionnement de certains composants. De plus, des restrictions sur les produits agricoles ou la chute de leurs cours ont été constatées bien au-delà des zones de contamination initiales.

Tableau 2 :
Pays signataires
des conventions
internationales,
responsabilité
de leurs
exploitants
et limites de
leurs garanties
financières.

Pays	Convention de Paris	Convention complémentaire de Bruxelles	Convention de Vienne	Protocole d'amendement de la Convention de Vienne	Protocole commun	Convention sur la réparation complémentaire	Responsabilité de l'exploitant	Garantie financière limitée
Allemagne	X	X			X		Illimitée	2 500
Argentine			X	X		X	54,9	54,9
Arménie			X				-	Non spécifié
Bélarus			X	X			Illimitée	Non spécifié
Belgique	X	X					297	324
Bolivie			X				Illimitée	Non spécifié
Bosnie- Herzégovine							Illimitée	Non spécifié
Brésil			X				160 million USD	160 million USD
Bulgarie			X		X		49	49
Cameroun			X		X		Illimitée	Non spécifié
Chili			X		X		51	51
Croatie			X		X		44	44
Cuba			X				Illimitée	Non spécifié
Danemark	X	X			X		65	65
Egypte			X		X		Illimitée	Non spécifié
Estonie			X		X		Illimitée	Non spécifié
États-Unis						X	11 900	300
Finlande	X	X			X		191	191
France	X	X					91	91
Grèce	X				X		16	Non spécifié
Hongrie			X		X		109	109
Inde						X	252	Non spécifié
Italie	X	X			X		5	5
Lettonie			x	x	x		6	6
Liban			x				Illimitée	Non spécifié
Lituanie			X		X		5	5
Macédoine			X				Illimitée	Non spécifié
Maroc			X	X		X	Illimitée	Non spécifié
Mexique			X				Illimitée	Non spécifié
Moldavie			X				Illimitée	Non spécifié
Monténégro			X				Illimitée	Non spécifié
Niger			X				Illimitée	Non spécifié
Nigeria			X				Illimitée	Non spécifié
Norvège	X	X			X		65	65
Pays-Bas	X	X			X		340	340
Pérou			X				Illimitée	Non spécifié
Philippines			X				3	Au cas par cas
Pologne			X	X			164	164
Portugal	X						16	Non spécifié
République tchèque			X		X		307	307
Roumanie			X	X	X	X	164	164
Royaume-Uni	X	X					156	156
Russie			X				Illimitée	Non spécifié
Serbie			X				Illimitée	Non spécifié
Slovaquie			X		X		75	75
Slovénie	X	X			X		164	164
Suisse	X						Illimitée	661
Turquie	X				X		16	Non spécifié
Ukraine			X		X		164	164
Uruguay			X				Illimitée	Non spécifié

Source : AEN (2011), Plafonds de la responsabilité des exploitants nucléaires et limites de leurs garanties financières. A partir de juin 2011. En millions d'euros, sauf mention contraire.

- 1 Carroll, S., « Avantages et inconvénients d'un pool pour couvrir la responsabilité civile des exploitants nucléaires », Bulletin de droit nucléaire n° 81, 2008.
- 2 Le texte contient certains extraits tirés de Nuclear Third Party Insurance The Nuclear Sector's "Silent" Subsidy State of Play and Opportunities in Europe, par Simon Carroll et Antony Froggatt, mars 2008.
- 3 Convention de Paris de Paris du 29 juin 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, http://www.oecd-nea.org/law/nlparis_conv-fr.html ; Convention complémentaire à la Convention de Paris (Convention complémentaire de Bruxelles), <http://www.oecd-nea.org/law/nlbrussels-fr.html>
- 4 Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires, adoptée en 1963, http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/Other/French/infirc402_fr.pdf
- 5 Protocole commun relatif à l'application de la Convention de Vienne et de la Convention de Paris, septembre 1988. Le Protocole commun est entré en vigueur le 27 avril 1992. http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/Other/French/infirc402_fr.pdf.
- 6 INELX, « Civil Liability for Nuclear Damage: Advantages and Disadvantages of Joining the International Nuclear Liability Regime », document rédigé par le Groupe d'experts internationaux de la responsabilité nucléaire (INLEX) http://ola.iaea.org/ola/treaties/documents/liability_regime.pdf
- 7 « Dommage nucléaire » signifie : tout décès, tout dommage aux personnes, toute perte de biens ou tout dommage aux biens, qui provient ou résulte des propriétés radioactives ou d'une combinaison de ces propriétés et des propriétés toxiques, explosives ou autres propriétés dangereuses d'un combustible nucléaire, de produits ou déchets radioactifs se trouvant dans une installation nucléaire ou de matières nucléaires qui proviennent d'une installation nucléaire, en émanant ou y sont envoyées ; tout autre perte ou dommage ainsi provoqué, dans le cas et dans la mesure où le droit du tribunal compétent le prévoit ; si le droit de l'Etat où se trouve l'installation en dispose ainsi, tout décès, tout dommage aux personnes, toute perte de biens ou tout dommage aux biens, qui provient ou résulte de tout rayonnement ionisant émis par toute autre source de rayonnement se trouvant dans une installation nucléaire.
- 8 Protocole d'amendement de 1997 de la Convention de Vienne de 1963, voir http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/1998/French/infirc566_fr.pdf ; le Protocole de 2004 portant modification de la Convention de Paris de 1960, voir http://www.oecd-nea.org/law/paris_convention.pdf ; et le Protocole de 2004 amendement la Convention complémentaire de Bruxelles de 1963, voir <http://www.oecd-nea.org/law/brussels-supplementary-convention-protocol.html>
- 9 Convention de 1997 sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires, voir http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/1998/French/infirc567_fr.pdf
- 10 Le DTS est un actif de réserve international, créé en 1969 par le FMI pour compléter les réserves de change officielles de ses pays membres. Sa valeur est basée sur un panier de quatre grandes devises. Les DTS peuvent être échangés contre des devises librement utilisables. (Pour plus d'informations, voir <http://www.imf.org/external/np/exr/facts/re/sdfr.htm>).
- 11 McRae, B., « La Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires : le catalyseur d'un régime mondial de responsabilité civile nucléaire », Bulletin de droit nucléaire n° 79, juin 2007.
- 12 La formule de calcul des contributions à ce fonds est détaillée à l'article IV de la CRC. http://www.iaea.org/Publications/Documents/Infircs/1998/French/infirc567_fr.pdf
- 13 Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Protocole d'amendement de la Convention de Vienne relative à la responsabilité civile en matière de dommages nucléaires, statut au 29 mai 2012. http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/protamend_status.pdf
- 14 Le Protocole portant modification de la Convention de Paris et le Protocole modifiant la Convention complémentaire de Bruxelles ont été ouverts à signature le 12 février 2004, mais aucun de ces deux instruments n'est entré en vigueur.
- 15 Décision n° 2004/294/CE du Conseil du 8 mars 2004 autorisant les États membres qui sont parties contractantes à la convention de Paris du 29 juillet 1960 sur la responsabilité civile dans le domaine de l'énergie nucléaire, à ratifier dans l'intérêt de la Communauté européenne, le protocole portant modification de ladite convention ou à y adhérer », Journal officiel des Communautés européennes du L. 97 du 1er avril 2004.
- 16 Burges Salmon, « Revised Energy Bill Published », Nuclear Law Newsletter, Burges Salmon, décembre 2012 http://www.burges-salmon.com/Sectors/energy_and_utilities/nuclear/Publications/Nuclear_Law_December_2012.pdf.
- 17 AIEA, Convention sur la réparation complémentaire des dommages nucléaires, 20 septembre 2011 http://www.iaea.org/Publications/Documents/Conventions/supcomp_status.pdf.
- 18 La puissance en mégawatt (MW) d'une centrale électrique peut être exprimée en mégawatts électriques (MWe) ou en mégawatts thermiques (MWth). L'abréviation MWe, plus courante, désigne la puissance électrique produite par la centrale. MWth désigne la puissance thermique fournie par le réacteur nucléaire. La puissance électrique d'une centrale représente généralement 30 à 40 % seulement de sa puissance thermique. La capacité opérationnelle de ces quatre pays est la suivante : Argentine : 935 MWe, Maroc : 0 MWe, Roumanie : 1 300 MWe et États-Unis : 101 465 MWe.
- 19 World Nuclear Association, « Liability for Nuclear Damage, World Nuclear Association », novembre 2012 <http://www.world-nuclear.org/info/inf67.html>.
- 20 Asahi Shimbun, « Japan wants in on nuclear accident compensation pact », 3 février 2012, http://ajw.asahi.com/article/behind_news/politics/AJ201202030021.
- 21 Selma Kus, « De Tchernobyl à Fukushima, 25 ans d'évolution du droit nucléaire international et après... », Bulletin de droit nucléaire n° 87, 2011/1.
- 22 Tetley M., « Les révisions des Conventions de Paris et de Vienne sur la responsabilité civile Le point de vue des assureurs », Bulletin de droit nucléaire N° 77, juin 2006, p.27-39.
- 23 HMG, « The Role of Nuclear Power », Consultation du gouvernement britannique, 2007.
- 24 OCDE, « Législations nucléaires des pays de l'OCDE, Réglementation générale et cadre institutionnel des activités nucléaires » –Pays-Bas, <https://www.oecd-nea.org/law/legislation/fr/pays-bas.pdf>.
- 25 OCDE (2011), « Législations nucléaires des pays de l'OCDE, Réglementation générale et cadre institutionnel des activités nucléaires », <https://www.oecd-nea.org/law/legislation/fr/>.
- 26 Hinteregger M., « La nouvelle loi autrichienne sur la responsabilité civile pour les dommages nucléaires », Bulletin de droit nucléaire n° 62, volume 1998/2, décembre 1998.
- 27 Voir notamment Sands, Philippe et Galizzi, Paolo, « La Convention de Bruxelles de 1968 et la responsabilité pour els dommages nucléaires », Bulletin de droit nucléaire n° 64, décembre 1999, p. 7 - 27.
- 28 Hinteregger M., « La nouvelle loi autrichienne sur la responsabilité civile pour les dommages nucléaires », Bulletin de droit nucléaire n° 62, volume 1998/2, décembre 1998.
- 29 Soulignons que malgré le régime de responsabilité illimitée au Japon, le système de responsabilité civile ne permet pas de rendre des comptes de manière satisfaisante, car l'exploitant ne dispose pas de fonds suffisants pour couvrir tous les coûts liés à la catastrophe de Fukushima.
- 30 AEN, « Nuclear Operator Liability Amounts and Financial Security Limits », à partir de juin 2011, information non officielle. <http://www.oecd-nea.org/law/2011-table-liability-coverage-limits.pdf>.
- 31 Commission européenne, « Externalities of Fuel Cycles 'ExternE' Project », rapport n° 5, Cycle du combustible nucléaire, Commission européenne, DGXII, Science, Recherche et développement (JOULE), 1995, p. 5.
- 32 Sohier, A., « A European Manual for 'Off-site Emergency Planning and Response to Nuclear Accidents », préparé pour la Direction générale de l'environnement de la Commission européenne (contrat SUBV/00/27065), SCK-CEN Report R-3594, décembre 2002, chapitre 13 – Economic Impact, en particulier p. 245-248.
- 33 GAO, « Nuclear Regulation, A Perspective on Liability Protection for a Fukushima Fallout Nuclear business makes people pay and suffer Nuclear Power Plant Accident », GAO/RCED-87-124 p. 20 et annexe II.
- 34 Cité dans : Greenpeace International (1994), « Review of Estimates of the Costs of Major Nuclear Accidents », préparé pour la 9e Session du Comité permanent sur la responsabilité nucléaire de l'Agence internationale sur l'énergie atomique, 7-11 février 1994 Prognos AG, (1992), Eine Prognos-Studie aus dem Jahr 1992 für das Bundeswirtschaftsministerium errechnet für einen Super-GAU in einem deutschen Atomkraftwerk mehrere Hunderttausend direkt Getötete und bis zu 4,8 Millionen Krebskranke. Die Sach- und Vermögensschäden würden über 5000 Milliarden € betragen.
- 35 Cité dans : Faure, M., « Economic Models of Compensation for Damage Caused by Nuclear Accident: Some Lessons for the Revision of the Paris and Vienna Conventions », European Journal of Law and Economics 2, 1995, p. 21-43.
- 36 Versicherungsforen Leipzig, 2011, « Calculation of a risk-adjusted insurance premium to cover the liability risks resulting from the operation of nuclear plants », avril 2011.
- 37 Nucleonics Week, « Major French nuclear accident would be a 'European catastrophe' : IRSN », 15 novembre 2012.
- 38 Congrès des États-Unis, « Report to the Congress from the Presidential Commission on Catastrophic Nuclear Accidents » (Volume 1), août 1990, p. 73 <http://www.state.nv.us/nucwaste/news/rpccna/pcrcna01.htm>.
- 39 Hudson R., « Study Says Chernobyl Might Cost 20 times more than Prior Estimates », Wall Street Journal Europe, 29 mars 1990.
- 40 Gouvernement du Bélarus, « The Republic of Belarus: 9 years after Chernobyl. Situation, Problems, Actions », Rapport national, ministère des Urgences et de la Protection de la population contre les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl 1995.
- 41 Voir : Vargo, G.J. (ed) « The Chornobyl Accident: A Comprehensive Risk Assessment », Batelle Press (2000), cité dans : Thorne, M.C., Annals of Nuclear Energy 28 (2001), p. 89-91.
- 42 Centre japonais pour la recherche économique, « FY2020 Nuclear Generating Cost Treble Pre-Accident Level – Huge Price Tag on Fukushima Accident Cleanup », Centre japonais pour la recherche économique, 19 juillet 2011. [http://www.jcer.or.jp/eng/research/pdf/pe\(kobayashi20110719\)e.pdf](http://www.jcer.or.jp/eng/research/pdf/pe(kobayashi20110719)e.pdf).
- 43 TEPCO, « Special Business Plan », mai 2012 http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/betu12_e/imagenes/120509e0103.pdf
- 44 TEPCO, « FY2012 1st Quarter Earnings Results », 1er avril-30 juin 2012.
- 45 TEPCO, « Annual Report 2012 », Fin de l'année fiscale 31 mars 2012
- 46 TEPCO, « FY2012 1st Quarter Earnings Results » 1er avril-30 juin 2012.
- 47 TEPCO, « Annual Report 2012 », Fin de l'année fiscale 31 mars 2012.
- 48 Asahi Shimbun, « TEPCO seeks more government support as Fukushima costs soar », 7 novembre 2012. <http://ajw.asahi.com/article/0311disaster/fukushima/AJ201211070086>
- 49 Nishiyama, K., « An Insider's View on Policy Processes and Policy Recommendations on Japanese Electricity Industry », Keita Nishiyama Innovation Network Corporation of Japan, Enseignant invité, diplômé de Chuo, école de politiques publiques, 2012.

- 50** Nagamura « 11th March Japanese earthquake, tsunami and nuclear emergency; how insurance responded in post-disaster recovery », Masaaki Nagamura, in The Geneva Report, Risk and Insurance Research, Extreme events and insurance: 2011 annuls horribilis, mars 2012 [http://genevaassociation.org/PDF/Geneva_Reports/GA-2012-Geneva_report\[5\].pdf#page=71](http://genevaassociation.org/PDF/Geneva_Reports/GA-2012-Geneva_report[5].pdf#page=71).
- 51** NRC, « Fact Sheet on Nuclear Insurance and Disaster Relief Funds », Commission américaine de la réglementation nucléaire, juin 2011.
- 52** Marsh, « Insurance Invoice », daté du 11 juillet 2011
- 53** Ministère britannique de l'Énergie et du Changement climatique (2012), « Impact Statement on Proposed legislation to implement the amended Paris and Brussels Conventions on 3rd party nuclear liability », mars 2012, Ministère britannique de l'Énergie et du changement climatique <http://www.decc.gov.uk/assets/decc/Consultations/paris-brussels-convention-changes/4878-finaimpact-assessment--paris-brussels-convention.pdf>.
- 54** c/kWh est l'abréviation de centime d'euro par kilowatt heure.
- 55** Commission européenne, « Solutions for environment, economy and technology », Rapport pour la DG Environnement, janvier 2003, p. 132.
- 56** Versicherungsforen Leipzig, « Calculation of a risk-adjusted insurance premium to cover the liability risks resulting from the operation of nuclear plants » demandée par la Fédération allemande des énergies renouvelables (BEE, Bundesverband Erneuerbare Energie e.V) 2012.
- 57** Centre japonais pour la recherche économique, « FY2020 Nuclear Generating Cost Treble Pre-Accident Level – Huge Price Tag on Fukushima Accident Cleanup », Centre japonais pour la recherche économique, 19 juillet 2011.
- 58** Ministère britannique de l'Énergie et du changement climatique, « Impact Statement on Proposed legislation to implement the amended Paris and Brussels Conventions on 3rd party nuclear liability », mars 2012, <http://www.decc.gov.uk/assets/decc/Consultations/paris-brussels-conventionchanges/4878-fina-impact-assessment--paris-brussels-convention.pdf>.
- 59** Handrilica, J. « Channelling Of Nuclear Third Party Liability Towards The Operator Jeopardised By The Brussels Regulation », Société tchèque pour la législation internationale, 2011, p. 69-82.
- 60** INLEX « Civil Liability for Nuclear Damage: Advantages and Disadvantages of Joining the International Nuclear Liability Regime A paper by the International Expert Group on Nuclear Liability » (INLEX) http://ola.iaea.org/ola/treaties/documents/liability_regime.pdf.
- 61** AEN, « NEA Issue Brief: An analysis of principal nuclear issues International nuclear third party liability, No. 4 - 1st revision », Agence pour l'énergie nucléaire novembre 1993, consulté en novembre 2012 <http://www.oecd-nea.org/brief/brief-04-1.html>.
- 62** BERD, « Energy Operations Policy, as approved by the Board of Directors 11th July 2006 », 2006, Banque européenne pour la reconstruction et le développement.
- 63** United States Export Import Bank ou Ex-Im Bank
- 64** EX-IM, « Bank Nuclear Guidelines - Annex A ». United States Export Import Bank, août 2006 <http://www.exim.gov/products/policies/nuclear/envnuc.html#guidelines>.
- 65** Varadarajan S, « Turn the nuclear bill from liability to asset », Siddharth Varadarajan, Hindu Times, 16 juin 2010.
- 66** Fuelfix, BP, « Transocean and Halliburton setting aside billions for possible Deepwater settlement », 3 août 2012 <http://fuelfix.com/blog/2012/08/03/bp-transocean-and-halliburton-setting-aside-billions-for-possible-deepwater-settlement/>
- 67** Tetley M « Les révisions des Conventions de Paris et de Vienne sur la responsabilité civile Le point de vue des assureurs », Bulletin de droit nucléaire n° 77, juin 2006, p. 27-39.
- 68** Ibid.
- 69** Ibid.
- 70** O'Higgins P, McGrath P. « La responsabilité civile dans le domaine du droit nucléaire - Un point de vue irlandais », Bulletin de droit nucléaire n° 70, 2002.
- 71** Selma Kus, « De Tchernobyl à Fukushima, 25 ans d'évolution du droit nucléaire international et après... », Bulletin de droit nucléaire n° 87, 2011/1.

Différents fournisseurs sont responsables de l'installation d'éléments clés pour la sécurité de la centrale. Mais ces derniers ne peuvent pas être tenus pour responsable en cas d'accident.

Image : La centrale nucléaire d'Angra, située à 150 km de Rio de Janeiro, dans l'une des plus belles régions du Brésil. La population proteste contre l'installation de cette centrale au cœur de l'un des sites les plus touristiques du pays.

#3

La chaîne d'approvisionnement des centrales nucléaires

par Stephen Thomas

Le professeur Stephen Thomas est directeur de recherche à la Business School de l'Université de Greenwich, au Royaume-Uni. Depuis plus de 30 ans, il mène des recherches sur la politique énergétique et notamment sur l'énergie nucléaire.

3.1 Introduction

Ce chapitre passe en revue la chaîne d'approvisionnement de chacune des trois étapes principales qui composent le cycle de vie d'une centrale nucléaire : la construction, l'exploitation et la maintenance, puis le déclassement. Toutefois, il se concentrera principalement sur la phase de construction, la plus complexe, ainsi que sur l'exploitation, un peu plus simple. Ces deux phases du cycle de vie des réacteurs sont celles qui sont les plus susceptibles d'entraîner dans un avenir proche des dommages et des problèmes de responsabilité pouvant être imputés aux fournisseurs d'équipements, de matériaux et de services ayant été impliqués dans ces étapes. La phase de déclassement et le stockage des déchets à long terme ne seront abordés que brièvement (voir encadré 1), l'expérience commerciale en matière de déclassement étant limitée et peu d'entreprises étant actives dans ce secteur. Le déclassement et le stockage des déchets sont par ailleurs moins enclins à entraîner à court terme des dommages et des questions de responsabilité, bien que le second soit toutefois susceptible de provoquer des dégâts pour les générations futures.

Une centrale nucléaire est, à plusieurs égards, très différente des autres équipements industriels. Elle possède des caractéristiques qui lui sont propres, à savoir :

- **ses règles de sûreté** : une défaillance à n'importe quel stade du cycle de vie d'une centrale, que ce soit au début de la construction ou à la fin du déclassement, peut entraîner des conséquences catastrophiques bien au-delà des limites de la centrale ;
- **son coût** : le coût d'une centrale nucléaire avoisine les 10 milliards de dollars US. Le coût du déclassement d'une centrale n'a pas encore pu être déterminé avec précision en raison du manque d'expérience représentative en matière de déclassement complet à l'échelle d'une centrale commerciale entière. En outre, nombre des opérations clés requises au cours de cette étape, comme le découpage par robot de matériaux hautement contaminés, ne sont pas encore suffisamment éprouvées ;
- **sa durée de vie** : il faut compter plus de 150 années entre le début de la phase de construction (soit généralement 5 à 10 ans avant l'exploitation commerciale), l'exploitation (en principe entre 40 et 60 ans) et l'achèvement du déclassement (on compte plus de 100 ans entre la fin de l'exploitation et la libération totale et inconditionnelle du site). Par ailleurs, les déchets hautement radioactifs produits dans une centrale nucléaire devront être stockés pendant des centaines de milliers d'années ;
- **sa complexité** : une centrale nucléaire est composée d'une multitude de composants et de matériaux, dont nombre d'entre eux sont essentiels du point de vue de la sûreté et de la fiabilité. De nombreuses

Encadré 1

Le déclasserment

Le déclasserment est la moins éprouvée des trois phases du cycle de vie d'une centrale nucléaire. Celui-ci se compose généralement de trois étapes, séparées par des périodes de surveillance et de stockage.

Le niveau 1 concerne principalement le déchargement du combustible usé, ce qui relève de la seconde phase du cycle de vie (exploitation et maintenance). Cette opération, effectuée tout au long de la vie de la centrale, est bien éprouvée du point de vue technologique. Une fois le combustible déchargé, la majeure partie de la radioactivité a été retirée de la centrale et celle-ci n'a donc plus besoin du personnel nécessaire à un réacteur en fonctionnement, le risque de criticité ayant disparu. Il existe de ce fait une vive incitation à terminer cette opération rapidement. Toutefois, bien que la grande majorité de la radioactivité se trouve dans le combustible, la structure restante demeure extrêmement dangereuse et une exposition à cette dernière est nocive pour la santé.

Le niveau 2 consiste à évacuer les structures non contaminées, à l'exception du bâtiment abritant le réacteur. Il s'agit pour l'essentiel d'une tâche normale de démolition qui n'a rien de nouveau sur le plan technologique. Si rien n'incite à effectuer ce travail rapidement, une fois celui-ci achevé, le bâtiment restant est bien moins onéreux et complexe à contrôler car les éléments contaminés peuvent être confinés et rendus en grande partie inaccessibles.

Le niveau 3 consiste à découper et stocker les structures contaminées. Cette étape requiert souvent des techniques de robotique peu éprouvées et génère une importante quantité de déchets radioactifs. Il existe encore peu d'expériences représentatives de cette 3^e étape concernant un réacteur entier ayant été au terme de sa durée de vie (les réacteurs mis précocement à l'arrêt seront bien moins contaminés et donc plus simples à déclasser).

L'Agence internationale de l'énergie atomique définit trois stratégies pour le déclasserment : le démantèlement immédiat, le démantèlement différé (maintien dans un état sûr pendant plusieurs décennies avant le niveau 3) et le confinement sûr¹. Cette dernière solution, qui suppose de placer l'installation dans une structure de confinement, ne semble pas avoir été adoptée où que se soit. En Europe, la France, le Royaume-Uni, l'Italie et l'Espagne n'ont pas encore abordé le niveau 3 de leurs centrales en cours de démantèlement. Seule l'Allemagne a expérimenté le niveau 3 dans le cadre du déclasserment des cinq réacteurs du site de Greifswald en ancienne Allemagne de l'Est.

Aux États-Unis, sur 22 réacteurs commerciaux mis à l'arrêt, 12 ont fait l'objet d'un démantèlement différé et n'ont donc pas encore expérimenté le niveau 3. Sur les 10 restants et pour lesquels le démantèlement immédiat a été choisi, seuls sept étaient des réacteurs de taille commerciale (>100 MW) et la plupart d'entre eux n'étaient pas arrivés au terme de leur durée de vie. L'expérience est donc minimale du point de vue des réacteurs commerciaux².

parties de la centrale étant difficiles d'accès une fois celle-ci montée, la vérification de la qualité du bâtiment ou encore la réalisation de modifications peuvent alors devenir impossibles ;

- **son besoin de compétences** : la fiabilité et la sûreté d'une centrale nucléaire dépendent avant tout des compétences de l'utilisateur (c'est-à-dire de l'exploitant), lesquelles doivent être extrêmement élevées en matière d'exploitation et de maintenance, à l'instar de celles des contractants responsables de la construction, de la maintenance et du déclassement.
- **l'ampleur des travaux sur site** : la majeure partie des coûts de construction d'une centrale nucléaire est absorbée par le chantier sur site, et relativement peu par la construction d'éléments en usine, un environnement plus facilement maîtrisable. Cette répartition des coûts représente un véritable défi pour la gestion des processus de construction.

La compagnie propriétaire et exploitante d'une centrale nucléaire est responsable en dernier ressort de cette dernière. Les conventions internationales (notamment les conventions de Paris et de Vienne et le protocole de révision des Conventions de Paris et de Bruxelles) canalisent la responsabilité civile en cas de dommage aux tiers sur l'exploitant de la centrale et limitent celle-ci à un montant extrêmement réduit (de l'ordre d'1 milliard de dollars US) comparé aux coûts potentiellement engendrés par un accident majeur³. Par ailleurs, en vertu de ces conventions, les fournisseurs responsables de la conception, de la construction et de la maintenance d'une centrale nucléaire ne peuvent en principe être tenus responsables des dommages découlant de leur travail.

Seule l'Inde a fait de la responsabilité des fournisseurs un débat à part entière, qui a débouché sur la loi sur la responsabilité civile nucléaire en 2010. Si cette loi rend, elle aussi, l'exploitant responsable de tout accident nucléaire et limite le montant de sa responsabilité à 300 millions de droits de tirage spéciaux (DTS) (environ 300 millions de dollars US), elle permet en revanche à l'exploitant de disposer d'un droit de recours contre le fournisseur pendant une durée de 80 ans après le début de l'exploitation de la centrale si « l'incident nucléaire est la conséquence d'un acte du fournisseur ou de son employé, ce qui inclut la fourniture d'équipements ou de matériaux avec défauts apparents ou cachés ou des services non conformes ». La potentielle responsabilité du fournisseur signifie qu'en Inde, il n'est pas possible du point de vue commercial d'effectuer des commandes de centrales nucléaires à des fournisseurs étrangers⁴.

Les détails des conventions en matière de responsabilité civile nucléaire et de leurs conséquences sur l'industrie nucléaire sont abordés dans le chapitre 2⁵. À l'évidence, les conventions actuelles en matière de responsabilité civile nucléaire protègent le secteur en exonérant le fournisseur de toute responsabilité vis-à-vis des conséquences financières d'un accident nucléaire, et en limitant celle des exploitants. Aucune autre industrie ne bénéficie d'un tel niveau de protection face aux conséquences de ses actes.

Ce chapitre vise donc à examiner l'implication des fournisseurs tout au long de la durée de vie d'un réacteur nucléaire ainsi que leurs responsabilités en termes de risques nucléaires, car les accidents nucléaires ne découlent pas toujours de l'exploitation du réacteur. Les choix de conception ainsi que la qualité de la construction sont également d'une importance cruciale, comme l'a clairement démontré la catastrophe de Fukushima. En effet, les caractéristiques d'un site nucléaire requièrent d'être précisément évaluées de sorte à garantir une conception et une construction capables de résister à tout événement susceptible de se produire (tremblements de terre, inondations, etc.).

3.2 La construction

La construction d'une centrale nucléaire peut être divisée en trois grandes catégories d'activité :

- la conception, l'ingénierie et l'approvisionnement ;
- la fourniture des équipements (la cuve du réacteur, par ex.), des matières premières (l'acier et le ciment, par ex.) et des produits de base (câbles, tuyauterie) ; et
- la gestion et l'exécution de la construction sur le site (génie civil).

Le tableau 3 présente la ventilation des coûts de construction d'une centrale nucléaire équipée d'un réacteur à eau pressurisée (REP). Le REP est la filière de réacteurs la plus répandue dans le monde. Cet exemple se réfère à un REP russe, le VVER. Les autres technologies, telles que le réacteur à eau bouillante, ou REB, le second type de réacteur le plus courant, font l'objet d'une ventilation des coûts quelque peu différente, à l'instar d'autres modèles de REP conçus par d'autres fournisseurs, mais cette répartition reste toutefois représentative pour l'essentiel des autres modèles de réacteurs et fournisseurs. Le contenu de chaque catégorie n'est en revanche pas clair : par exemple, il est difficile de savoir si le génie architectural est compris dans la conception globale, à l'exception de la chaudière nucléaire⁶, ou s'il appartient plutôt à la catégorie de la fourniture de la cuve du réacteur. Or, la conception et la fourniture de la chaudière nucléaire ne représentent qu'une petite partie des coûts d'une centrale (environ 15 %), la plupart de ces derniers découlant des activités d'ingénierie sur site, telles que la construction, le câblage et l'installation.

L'Annuaire international de l'ingénierie nucléaire répartit les éléments de manière légèrement différente, et pour chaque réacteur, il nomme le fournisseur du service. Le tableau 4 illustre les différents contrats passés par une série de centrales nucléaires. Il met en exergue les différentes philosophies d'approvisionnement dans le cadre de la commande de six centrales dans différentes parties du monde et différents pays.

Tableau 3 :
Ventilation des
coûts d'une
centrale nucléaire

Activité	% du coût de la centrale	Fournisseur potentiel
Conception du réacteur	?	Fournisseur principal
Fourniture de la chaudière nucléaire	15	Fournisseur principal, fournisseurs spécialisés
Génie architectural publics	?	Fournisseur principal, ingénieur architecte, services
Génie civil	50	Ingénieur civil, compagnie de service public
Équipement électrique	9	Fournisseur spécialisé
Générateur de turbine	6	Fournisseur spécialisé
Vannes	6	Fournisseur spécialisé
Contrôle-commande	6	Fournisseur principal, fournisseur spécialisé
Autres équipements	5	Fournisseur spécialisé
Refroidissement	3	Fournisseur spécialisé
Combustible	?	Fournisseur principal, fournisseur spécialisé

Source : Présentation de S. Boyarkin lors du 7^e forum sur l'énergie, Eastern Institute, Sopot, 29-30 novembre 2012.

Tableau 4 :
Les différents fournisseurs de services de 6 centrales nucléaires

	Fukushima 1	Columbia	Shin Kori 4	Dampierre 1	Borssele	Doel 3
Pays	Japon	États-Unis	Corée	France	Pays-Bas	Belgique
Année de la commande	1966	1971	2007	1973	1969	1974
Exploitation commerciale	1971	1984	2014	1980	1973	1982
Propriétaire	Tokyo Electric	Energy NW	KHNP	EDF	Essent/Delta	Electrabel
Exploitant	Tokyo Electric	Energy NW	KHNP	EDF	EPZ	Electrabel
Contractant principal	GE	GE	Doosan	Framatome	KWU	Framaceco
Ingénieur architecte	GE	Burns & Roe	KOPEC	EDF	KWU	Tractebel
Filière de réacteur	GE Getsco	GE	Doosan	Framatome	KWU	Framaceco
Cuve du réacteur	IHI GE Getsco	CB&I	Doosan	Framatome	RDM	COP/Fram
Composants internes du cœur du réacteur	GE	GE	Doosan	Framatome Creusot	Borsig	Fram/ACE
Premier combustible	GE	GE	KNF	FBFC/Fram	KWU	FBFC/Fram
Générateur de vapeur	GE, Getsco	GE	Not known	Framatome	Balcke	COP
Turbogénérateur	GE	Westinghouse	Doosan	Alsthom	Siemens	Alsthom/ ACEC
Génie civile	GE, Getsco	Bechtel	Not known	GCMB	Bredero	AMGC

Source : Annuaire international de l'ingénierie nucléaire (Nuclear Engineering International's Yearbook) (2011). *World nuclear energy handbook*. Global Trade Media.

En général, l'exploitant de la centrale en est le propriétaire. Lorsqu'une centrale appartient à plus d'une entreprise, l'une d'elles est désignée comme exploitant ou une autre entité est créée pour exploiter la centrale (comme c'est le cas de la centrale de Borssele, aux Pays-Bas). Le contractant principal est normalement considéré comme le fournisseur, généralement représenté par des entreprises connues bénéficiant d'une longue expérience dans le secteur. Toutefois, il arrive que les propriétaires changent et que les rôles soient transférés, comme ce fut le cas par exemple pour la centrale Doel 3 (en Belgique), dont le principal contractant était à l'origine un consortium réunissant Framatome (France, rebaptisé Areva), ACEC et Cockerill. Aujourd'hui, aucune des deux dernières entreprises n'existe encore telle qu'à l'époque de la commande de la centrale.

Les cinq centrales commandées par le réseau public d'alimentation électrique de Washington sont devenues si célèbres pour leurs dépassements de coûts qu'une seule d'entre elles a été terminée (Columbia). Le propriétaire a alors été tellement préoccupé par des considérations d'ordre économique que toutes les activités possibles ont fait l'objet d'appels d'offres. En comparaison, la centrale coréenne, Shin Kori 4, a été approvisionnée par une chaîne beaucoup moins large, représentée pour l'essentiel par la compagnie de service publique Korean Hydro & Nuclear Power Company (KHNP) et le principal fournisseur et équipementier Doosan. D'autres services ont été fournis par de grandes entreprises nationales telles que Korean Nuclear Fuel (KNF) et Korean Power Engineering Company (KOPEC). Les centrales françaises connaissent un schéma similaire. Aux Pays-Bas, la centrale de Borssele a été fournie par KWU, une entreprise allemande appartenant en majeure partie à Siemens, spécialisée dans la conception plutôt que dans la fourniture d'équipements, à l'exception des turbogénérateurs. La centrale de Doel ayant été commandée avant que l'industrie nucléaire française ne s'implante sur le marché de la fourniture d'équipements, ses équipements et services proviennent d'un grand nombre de fournisseurs, dont la plupart n'existent plus aujourd'hui dans leur configuration de l'époque.

3.2.1 La conception, l'ingénierie et l'approvisionnement

Les activités de conception, d'approvisionnement et d'ingénierie peuvent être réparties en trois rôles distincts : le fournisseur du réacteur, l'ingénieur architecte et le contractant en ingénierie, approvisionnement et construction (IAC). Mais les frontières entre ces différents rôles sont parfois floues et des chevauchements entre les activités des différentes entreprises sélectionnées peuvent se produire. Par exemple, un fournisseur de réacteur comme Mitsubishi pourrait mener à bien ces trois activités tandis que Bechtel pourrait remplir la fonction d'ingénieur architecte et de contractant IAC. Ainsi, si la fourniture du premier chargement de combustible est en règle générale incluse dans les coûts de construction, les fournisseurs étant les mêmes que ceux chargés de fournir le nouveau combustible durant la durée vie de la centrale, celle-ci est donc affiliée à l'activité « exploitation et maintenance ».

3.2.1.1 Les grands fournisseurs

Le visage actuel du marché des fournisseurs a été façonné en grande partie par le rachat, en 2006, de la division nucléaire de Westinghouse (basée aux États-Unis) par Toshiba (Japon). Le marché mondial, extrêmement restreint à l'époque (bien qu'il le reste encore aujourd'hui), était alors dominé par trois entreprises bien implantées, notamment sur le marché occidental : Toshiba, pour les filières REP et REB ; Areva, avec des réacteurs de type REP et potentiellement des REB, et Hitachi-GE, pour la technologie REB. Aujourd'hui, trois nouveaux fournisseurs, Atomstroyexport (ASE, entreprise russe) qui fournit la filière VVER (la version russe du REP), la Chine et la Corée (toutes deux actives dans la filière REP) sont de plus en plus présents sur le marché mondial. Atomic Energy of Canada Ltd (AECL), entreprise désormais privatisée et propriété de la société canadienne SNC Lavalin, et Mitsubishi, continuent quant à eux de proposer leurs services à l'industrie, sans grand succès. L'Inde fournit son propre marché avec des versions plus grandes

du réacteur canadien de type CANDU qu'elle a importé dans les années 1960. Cependant il semblerait qu'il n'existe aucune perspective pour que l'Inde puisse exporter ses modèles. La Chine étant le plus complexe et potentiellement le plus important de ces nouveaux fournisseurs, elle fera l'objet d'une section séparée. Le tableau 5 offre un aperçu des modèles de réacteurs disponibles et de leur situation commerciale.

Toshiba

En 2006, Toshiba rachète la division nucléaire de Westinghouse à British Nuclear Fuels Limited, une entreprise publique britannique spécialisée dans l'industrie nucléaire. Westinghouse comprend alors les divisions Fourniture de réacteurs de Combustion Engineering (États-Unis) et d'ABB (Suisse/Allemagne/Suède), fruit de la fusion des divisions Réacteurs de Brown Boveri et d'Asea. Jusqu'à cette époque, Toshiba (et son concurrent japonais Hitachi) exploitaient des licences technologiques de GE pour le REB, et les commandes pour le Japon étaient réparties entre Hitachi et Toshiba. Un autre modèle, équipé de la technologie ABWR (réacteur à eau bouillante avancé), a été développé conjointement par GE, Hitachi et Toshiba. Depuis, ce dernier a mis fin à son accord de licence avec GE, et propose désormais la technologie REB de type avancé en concurrence avec Hitachi-GE.

Tableau 5 : Modèles actuels proposés sur le marché, de génération III/ III+*

Fournisseur	Modèle	Ventes	Processus d'autorisation
Toshiba/ Westinghouse (Japan/États-Unis)	AP1000 (REP)	États-Unis (2), Chine (4)	Autorisation délivrée par les États-Unis en 12/2011 Processus d'autorisation suspendu au Royaume-Uni.
Toshiba/ Westinghouse (Japon)	ABWR (REB)	Modèles précédents au Japon (4)	Expiration de l'autorisation américaine en 2012. Renouvellement demandé en 10/2010.
Hitachi GE (Japon/États-Unis)	ESBWR (REB)	-	Aucune date de délivrance précisée en attente de la décision finale d'autorisation aux États-Unis
Hitachi GE (Japon/États-Unis)	ABWR (BWR)	Modèles précédents au Japon (2), Taiwan (2)	Expiration de l'autorisation américaine en 2012. Renouvellement demandé en 10/2010. Aucune date de délivrance précisée
Areva (France)	EPR (REP)	Finlande (1), France (1), Chine (2)	Autorisation du Royaume-Uni en 2013. Autorisation des États-Unis en 2014.
Areva (France)	ATMEA1 (REP)	-	Non débuté.
Areva (France)	Kerena (REB)	-	Non débuté.
ASE (Russie)	AES-92	Indie (2)	Non connue.
ASE (Russie)	AES-2006	Russie(5), Turquie (4), Vietnam (4)	Non connue.
Mitsubishi (Japon)	APWR	-	Autorisation des États-Unis en 2015.
Corée	AP1400	Korea (3), UAE (4)	Non débuté.
AECL	Candu 6 amélioré	-	Non débuté.

Source: Author's research.

* L'industrie nucléaire a développé la technologie nucléaire depuis des dizaines d'années. Les modèles des générations III et III+ représentent soit-disant une amélioration par rapport au modèle de la génération II, mais cette distinction avec la génération II est en réalité arbitraire. La génération II, le modèle le plus répandu, a été développée dans les années 70 et 80, et la génération I dans les années 50 et 60.

Encadré 2

La commande des Émirats arabes unis à la Corée

En décembre 2009, les Émirats arabes unis commandent quatre réacteurs AP1400 à la Corée, qui rafle alors le contrat face aux consortiums formés d'une part par EDF, GDF-Suez, Areva et Total pour l'EPR et d'autre part par GE-Hitachi pour l'ABWR¹⁴. Le contrat signé avec Korea Electric Power Corp (KEPCO) consiste à construire et à exploiter les centrales, avec une mise en service échelonnée entre 2017 et 2020. KEPCO se chargera donc de la conception, de la construction et de la maintenance des réacteurs et sous-traitera une partie du travail à des fournisseurs d'équipements tels que Hyundai, Doosan et Samsung. Les termes du contrat et ce qu'il inclut ne sont toutefois pas clairs, malgré un prix estimé à un montant de 20,4 milliards de dollars US. L'offre coréenne aurait été inférieure de 16 milliards de dollars US à celle proposée par la France, tandis que celle de GE-Hitachi aurait été beaucoup plus élevée que l'offre française¹⁵. Il ne s'agirait apparemment pas d'un projet « clés en main » assorti d'un prix fixe. Les entreprises coréennes détiendront une participation dans une co-entreprise avec des entreprises publiques émiraties qui exploiteront les centrales une fois terminées. Les travaux de construction de la première centrale prévue sur le site de Barakah ont débuté en juillet 2012.

La Corée avait également proposé ses services sur des marchés d'exportation, sans succès jusqu'ici, notamment en Turquie et en Jordanie. Le modèle en construction en Corée et aux Émirats, qui ne comprend ni « dispositif de récupération du cœur » ni « double confinement », n'aurait cependant probablement pas pu obtenir de droits d'exploitation en Europe. Areva a fait part de son amertume d'avoir perdu une offre face à un modèle présentant bien moins de normes de sûreté que l'EPR. Leur PDG de l'époque, Anne Lauvergeon, a alors comparé l'APR1400 à une « voiture sans ceintures de sécurité ni airbags »¹⁶. Soucieuse de tirer des enseignements de la catastrophe de Fukushima, la nouvelle autorité fédérale émiratie de réglementation nucléaire (FANR) a d'ailleurs exigé des modifications par rapport au modèle de référence (à savoir les réacteurs sud-coréens Shin Kori-3 et -4). En septembre 2012, personne ne savait encore qui allait payer ces coûts supplémentaires¹⁷.

Le projet émirati a été financé en partie par la banque américaine ExIm dans l'optique des bénéfices qu'en tirerait Westinghouse (détenue par Toshiba), désormais détentrice d'une licence technologique à la suite de l'absorption dans son activité Réacteurs de la division nucléaire de Combustion Engineering. Westinghouse fournira en effet les pompes primaires, les composants du réacteur, les systèmes de commande du réacteur, les services d'ingénierie et de formation¹⁸. La banque ExIm a octroyé un prêt direct de 2 milliards de dollars à l'entreprise émiratie Barakah One afin que celle-ci assure l'exportation depuis les États-Unis des équipements et de l'expertise. Cependant, l'identité du propriétaire de Barakah One n'est pas claire¹⁹. Les partenaires du projet étant KEPCO et Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC), la première a été autorisée à détenir une participation dans la centrale de Barakah. Or, en septembre 2012, la situation quant à cette participation était encore floue.

Si le REB de type avancé de Toshiba a été choisi pour le projet américain de South Texas, il semble peu probable que ce dernier aboutisse. Le réacteur a certes été approuvé par l'autorité de sûreté nucléaire américaine (Nuclear Regulatory Commission - NRC) en 1997, mais cette autorisation n'était valable que jusqu'en 2012. En 2010, Toshiba a demandé à ce que son autorisation soit renouvelée, en soumettant par la même occasion une proposition de modifications dans la conception du réacteur afin que celui-ci satisfasse aux normes actuelles. Or, à ce jour, la NRC n'a toujours pas délivré de nouvelle autorisation. En janvier 2013, aucune date n'avait encore été annoncée par celle-ci quant à la fin du processus d'évaluation.

Outre le REB de type avancé, l'autre modèle proposé par Toshiba est l'AP1000. En cours de construction en Chine depuis 2009 (quatre exemplaires en tout, deux à Haiyang et deux à Sanmen), l'AP1000 devrait faire l'objet d'une toute première construction aux États-Unis en 2013 (deux à Vogtle et deux à Summer).

En décembre 2012, Toshiba annonce qu'elle cherche à vendre 36 % des parts de sa division Westinghouse. Trois entreprises, dont la Chicago Bridge et l'Iron Company (CBI), une société néerlandaise basée aux États-Unis se seraient dites intéressées par une participation à hauteur de 20 % et trois autres firmes par un rachat de 16 % des parts. Selon certaines sources, à terme, Toshiba aurait pour objectif de ne conserver qu'une participation de 51 % dans l'entreprise américaine ⁷.

Areva

Areva NP est créée en 2002 à partir des divisions nucléaires de Framatome et de Siemens. Framatome faisait partie du groupe Areva, détenu en grande partie (à 92 %) par le gouvernement français. Areva (66 %) et Siemens (34 %) ont donc fusionné leurs activités Réacteurs pour former une co-entreprise, Areva NP. En 2009, Siemens annonce son intention de se retirer de l'entreprise, et Areva NP devient alors Areva. L'entreprise commercialise le réacteur pressurisé européen (EPR) sous le modèle Atmea1 (dans le cadre d'une co-entreprise avec Mitsubishi, Atmea), et potentiellement l'ACPR1000 dans le cadre d'une co-entreprise avec le chinois CGNPC. Areva propose aussi un modèle de REB, le Kerena, bien qu'il ne soit pas encore disponible à la vente.

Hitachi-GE

Après le rachat de Westinghouse par Toshiba et l'émergence sur le marché de ce nouveau fournisseur concurrent dans la filière REB, GE et Hitachi décident de créer deux co-entreprises en 2007 : GE-Hitachi, formée à 60 % par GE et à 40 % par Hitachi, qui couvre les activités américaines du groupe et Hitachi-GE (Hitachi à 80 % et GE à 20 %), chargée des activités dans le reste du monde ⁸. Les deux entreprises communes commercialisent leurs propres modèles de REB, le réacteur économique simplifié à eau bouillante (ESBWR) et le REB de type avancé (ABWR).

L'ESBWR, un modèle reposant sur un système de sécurité passive, était sur le point d'être autorisé aux États-Unis en 2012. Cependant, la procédure d'autorisation a fait l'objet d'un sursis et la date de la délivrance reste à ce jour inconnue ⁹. En outre, malgré le fait que certaines entreprises américaines aient fait part de leur intérêt pour le réacteur, aucune d'entre elles ne semble disposée à finaliser un accord, l'une d'elles s'étant même finalement tournée vers l'ancien modèle de REB de type avancé de Toshiba.

L'autorité de sûreté nucléaire américaine (NRC) a délivré une autorisation pour l'ABWR en 1997, qui est arrivée en expiration en 2012. Comme Toshiba, Hitachi-GE a renouvelé sa demande d'autorisation en 2010 en soumettant à cette occasion une proposition de modifications afin que son modèle respecte les normes en vigueur. Or, la nouvelle autorisation n'a toujours pas été délivrée à l'heure actuelle et en janvier 2013, aucune date de délivrance n'avait encore été annoncée par la NRC. Par ailleurs, bien que le fournisseur ait été choisi comme favori pour la construction d'un réacteur en Lituanie, toute commande semble désormais improbable au vu des résultats du référendum mené en octobre 2012, à l'occasion duquel les Lituanais se sont exprimés contre la construction d'une nouvelle centrale nucléaire ¹⁰. En 2012, désireux de construire des centrales au Royaume-Uni, le groupe a racheté Horizon, une co-entreprise formée par deux compagnies allemandes, RWE et E.ON ¹¹.

KEPCO/Doosan

Après avoir acheté des centrales à Westinghouse, Framatome et AECL, l'industrie nucléaire coréenne (composée de la compagnie de service public Korean Electric Power Company et de l'équipementier Doosan) s'impose de plus en plus dans le cadre des commandes coréennes, en s'appuyant sur la technologie de Combustion Engineering et notamment sur un ancien modèle, le réacteur System 80. Celui-ci a par la suite évolué en OPR (Optimised Power Reactor ou réacteur nucléaire optimisé), un réacteur de 1 000 mégawatts (MW) qui donnera lieu à 12 commandes coréennes. Le modèle suivant de Combustion Engineering, le Système 80+, fera l'objet en 1997 d'une autorisation de la NRC qui expirera en 2012. L'industrie nucléaire coréenne achètera pour ce modèle une licence technologique à Westinghouse.

L'AP1400, dérivé du System 80+ dans le cadre d'une licence avec Combustion Engineering, sera le principal modèle coréen à l'avenir. Toshiba/Westinghouse en détiennent actuellement la licence, bien qu'ils ne commercialisent plus le modèle. Les travaux de construction des deux premières unités de ce modèle en Corée (Shin-Kori 3 et 4) ont commencé en 2009. La construction d'une troisième tranche (Shin-Ulchin) a par ailleurs débuté en 2012. En remportant l'appel d'offres des Émirats arabes unis en 2009, la Corée s'est révélée en tant que grande exportatrice potentielle de technologie nucléaire (voir encadré 2). En 2010, la Corée a déclaré vouloir soumettre une demande d'autorisation générale à la NRC pour l'AP1400 en 2012¹². En novembre 2012, le pays prévoyait de déposer sa demande en mars 2013¹³.

AtomStroyExport (ASE)

Après deux décennies ou presque de stagnation commerciale à la suite de la catastrophe de Tchernobyl, l'industrie nucléaire russe a retrouvé sa place de compétiteur sur les marchés d'exportation grâce à sa technologie VVER, soutenue par le regain de commandes de la Russie. Depuis 2007, la construction de sept nouveaux réacteurs a débuté en Russie, dont cinq exemplaires du tout dernier modèle d'AES, l'AES-2006, et deux d'un modèle antérieur. Pour certains marchés comme la Jordanie, la Russie propose l'AES-92, un ancien modèle également, déjà construit en Inde (centrale de Kudankulam) et qui était en attente d'exploitation commerciale en janvier 2013.

Tableau 6 :
Modèles de réacteurs chinois

Fournisseur	Modèle	Propriété intellectuelle	Ventes	Marchés	Situation
CGN	CPR1000	Licence Areva	18	Chine	Toujours commercialisé
CGN	ACPR1000	Développement conjoint avec Areva ?	0	Chine +	Autorisation non délivrée
CNNC	CNP300	Indigène	5	Pakistan, Chine	Toujours commercialisé
CNNC	ACP300	Indigène	0	Chine +	Autorisation non délivrée
CNNC	CNP600	Indigène	6	Chine	Toujours commercialisé
CNNC	ACP600	Indigène	0	Chine +	Autorisation non délivrée
CNNC	CNP1000	Licence Areva	2	Chine	Développement stoppé
CNNC	ACP1000	Indigène	0	Chine +	Autorisation non délivrée
SNPTC	CAP1400	Développement conjoint avec Westinghouse	0	Chine +	Autorisation non délivrée

Source : recherches de l'auteur

Les dégâts et dommages liés à la construction d'un réacteur et à son exploitation peuvent être imputés au travail des fournisseurs.

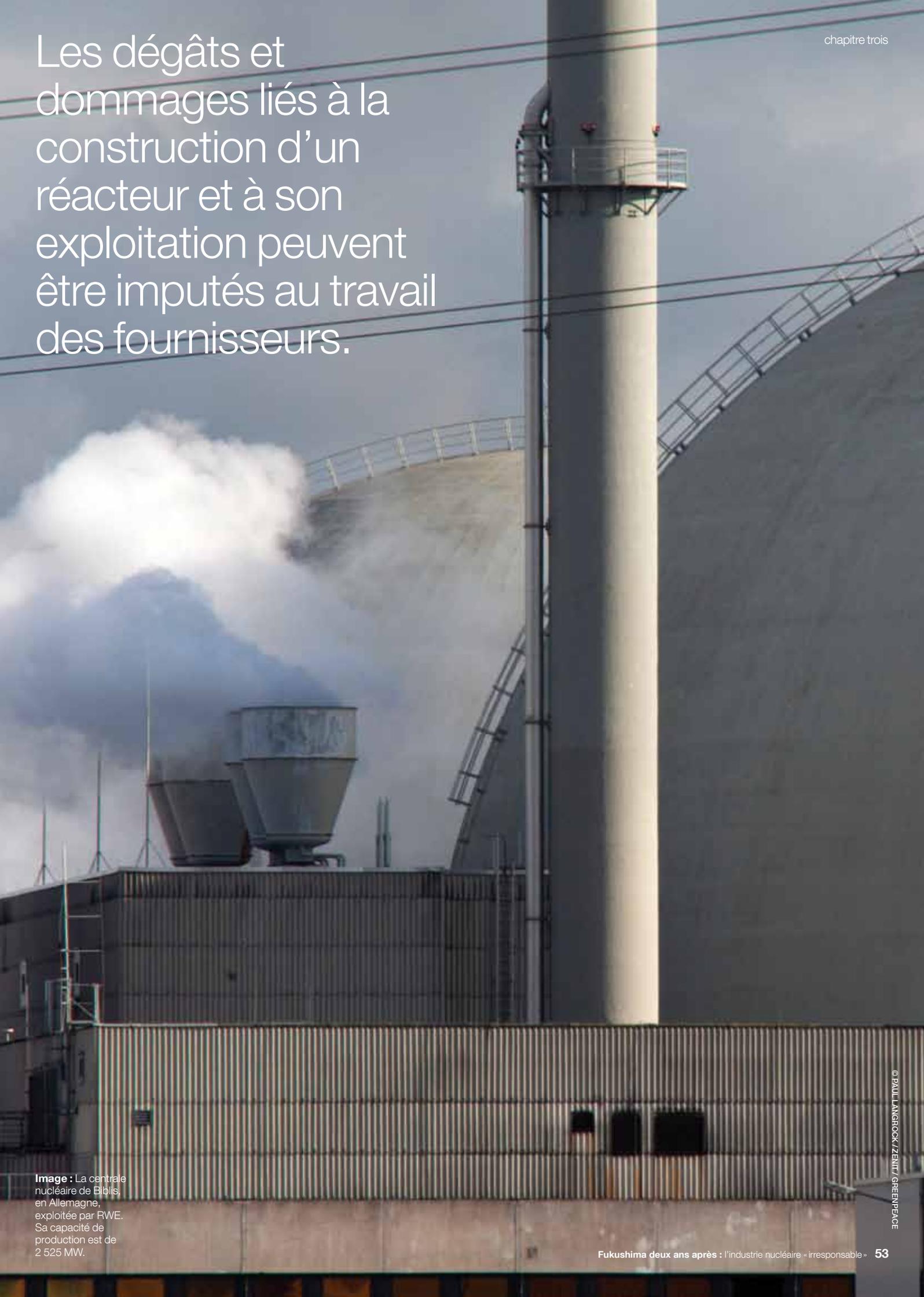


Image : La centrale nucléaire de Biblis, en Allemagne, exploitée par RWE. Sa capacité de production est de 2 525 MW.

Atomic Energy of Canada Ltd (AECL)

Depuis 1980, Atomic Energy of Canada Ltd avait remporté de nombreuses offres grâce à ses réacteurs CANDU, notamment en Chine et en Corée, bien que ces deux pays semblent avoir aujourd'hui cessé les commandes dans cette filière. Ignorée par son propre marché depuis 30 ans et bénéficiant de perspectives commerciales limitées, AECL, auparavant détenue par le gouvernement canadien, a été vendue en 2011 à l'entreprise canadienne d'ingénierie SNC Lavalin pour une somme dérisoire (15 millions de dollars canadiens).

Bien qu'apparaissant toujours sur les listes d'appel d'offres, notamment en Jordanie et en Roumanie, les perspectives de nouvelles commandes sont limitées et les technologies offertes par l'entreprise se fondent sur des modèles datant de plus de 35 ans. Par ailleurs, AECL semble avoir abandonné ou du moins gelé ses projets de construction de l'ACR700 et de l'ACR1000, des modèles de nouvelle génération.

Mitsubishi

Après l'achat en 2006 de l'activité Réacteurs de Westinghouse par son concurrent japonais Toshiba, la poursuite de relations commerciales avec l'entreprise américaine n'était plus envisageable pour Mitsubishi, qui a alors commencé à commercialiser des réacteurs de manière indépendante, notamment un modèle REB de type avancé (APWR), en phase de développement depuis 1980 mais pour lequel les promesses de commande japonaises ne se sont pas concrétisées. En effet, les deux commandes prévues pour le site de Tsuruga ont été continuellement retardées et ont de grandes chances de ne jamais aboutir depuis la catastrophe de Fukushima. Des modifications ont été effectuées et une demande d'autorisation pour l'APWR (1 700 MW) a été soumise à l'autorité de sûreté nucléaire américaine en 2007. En 2012, la NRC prévoyait la fin de son évaluation pour 2015. Toutefois, Luminant, l'entreprise américaine intéressée par ce modèle, ne semble pas prête à commander les deux unités prévues pour la centrale de Callaway ²⁰.

En 2007, Mitsubishi Heavy Industries et Areva ont annoncé la création d'une co-entreprise, Atmea, dans le but de développer un réacteur de 1 000 MW, l'Atmea 1, à partir de la technologie des deux firmes. Bien que le modèle ait suscité l'intérêt de certains marchés tels que la Jordanie, la Turquie et l'Argentine, les travaux de conception approfondie n'avaient toujours pas débuté en 2012 et l'Atmea 1 n'avait encore fait l'objet d'aucune procédure d'évaluation. Or, sans autorisation, l'exportation du réacteur s'avère difficile.

La Chine ²¹

La Chine est sans doute le nouveau fournisseur le plus important à avoir émergé sur le marché mondial des réacteurs nucléaires. En 2008, après pratiquement deux décennies de prévisions ambitieuses de commandes nucléaires qui n'ont jamais vu le jour, le gouvernement chinois a commencé à commander d'importants volumes. Entre 2008 et 2010 a débuté la construction de pas moins de 25 tranches. 19 d'entre elles sont fournies par des entreprises chinoises, à savoir 15 CPR1000, 2 CNP1000 et 2 CNP600, un modèle plus petit. La Chine a également acheté quatre réacteurs à Toshiba/Westinghouse (l'AP1000) et deux à Areva (l'EPR), une commande assortie de nombreuses dispositions en matière de transfert de technologies. Par ailleurs, les anciens modèles de réacteurs chinois, le CNP300 et le CNP600, sont toujours disponibles sur le marché : la fabrication de deux CNP300 a débuté à la suite de deux commandes d'exportation vers le Pakistan en 2011, tout comme celle de deux réacteurs CNP600 en 2010, en Chine cette fois.

De plus, les activités relatives au cycle du combustible (non traitées dans ce document) font actuellement l'objet d'un développement considérable en Chine et les entreprises chinoises sont très actives dans l'achat de ressources d'uranium, qu'elles importent notamment du Kazakhstan. En janvier 2013, le programme de développement de réacteurs à haute température en Chine (utilisant la technologie allemande du réacteur à lit de boulets) a finalement repris après une période de latence due à la catastrophe de Fukushima, avec la construction d'une centrale de démonstration de 200 MW sur le site de Shidao. Toutefois, ce modèle est encore loin du stade de la commercialisation ²².

Des réacteurs à neutrons rapides sont également en cours de développement mais semblent encore loin de

tout projet de commercialisation et ceux-ci n'apparaissent pas parmi les grandes priorités du pays. Pour l'avenir, les réacteurs les plus convoités sont les modèles chinois de type REP, l'AP1000 et l'EPR. Le tableau 6 illustre la situation des modèles déjà construits et en projet en Chine.

L'avenir du marché mondial des fournisseurs

La renaissance nucléaire annoncée il y a plus d'une décennie devait coïncider avec le retour des commandes nucléaires en Occident favorisé par la conception de nouveaux réacteurs chez les fournisseurs occidentaux traditionnels, tels que l'EPR d'Areva, l'AP1000 de Westinghouse et l'ESBWR de GE. Mais le regain de commandes escompté n'a pas eu lieu et le marché des réacteurs, en termes de fournisseurs et de modèles, est radicalement différent de celui d'il y a 10 ans. Parmi les principaux changements, on note :

- la plus grande main mise des entreprises japonaises sur les principaux fournisseurs. En effet, Westinghouse a été rachetée par Toshiba, qui s'est séparée de GE et est entrée en concurrence avec la firme américaine pour la vente de modèles de type REB. Hitachi semble quant à elle dominer les co-entreprises créées avec GE pour la vente de REB, et Mitsubishi essaie de s'établir comme fournisseur de premier plan grâce à son REP de type avancé (APWR) et via Atmea, une co-entreprise fondée avec Areva ;
- l'incertitude quant à l'avenir de ces mêmes fournisseurs japonais. Avant la catastrophe de Fukushima, le Japon semblait sur le point de réaliser pour la première fois un effort substantiel pour faire preuve de davantage de coordination sur le marché international et apporter un soutien gouvernemental à ses fournisseurs, notamment à l'aide de garanties de prêts. Si cette aide n'est pas maintenue, les entreprises japonaises risquent de voir leurs chances de succès s'amenuiser sur les marchés d'exportation ;
- l'émergence des Chinois sur le marché des fournisseurs. La Chine, dotée d'une chaîne complète d'approvisionnement, s'est hissée au rang des grands fournisseurs potentiels. Toutefois, tant que le pays n'aura pas repris ses commandes qui marquent aujourd'hui le pas en raison de la catastrophe de Fukushima, les incertitudes demeureront quant aux technologies qui seront proposées. Parmi les différentes options, on recense notamment l'EPR et l'AP1000 sous licence, le CAP1400 en partenariat avec Westinghouse, un réacteur de 1 000 MW dont le modèle reste à définir et conjointement développé avec Areva, ou des modèles chinois, l'ACP1000 et l'ACPR1000 ;
- l'émergence de la Corée en tant que fournisseur mondial de centrales nucléaires, à la suite d'une importante commande des Émirats arabes unis pour son AP1400 ;
- l'évolution de la présence russe sur les marchés nucléaires. La Russie ne se cantonne plus désormais à ses marchés traditionnels représentés par l'Europe de l'Est et les anciennes républiques soviétiques et s'affirme dans des pays en développement tels que le Vietnam. Elle souhaiterait également s'implanter en Occident, à commencer par le marché britannique ;
- la fragilité de l'Inde. Si le pays reste un marché potentiellement important pour les réacteurs et dispose d'une industrie d'approvisionnement dans ce secteur, il semble encore loin d'être en mesure de faire face à la concurrence des marchés internationaux.

L'évolution des rôles

La disponibilité des fonds est l'un des problèmes majeurs rencontrés aujourd'hui dans le cadre des commandes de réacteurs. Il est désormais évident qu'à moins de bénéficier d'une garantie forte et crédible permettant un recouvrement complet des coûts par les acheteurs, seuls les États ou des acheteurs soutenus financièrement par l'État pourront passer des commandes à l'avenir. Chose inédite jusqu'alors, les fournisseurs chercheraient désormais à prendre des participations dans les réacteurs, à l'instar d'entreprises russes en Turquie, d'Hitachi-GE en Lituanie, de certains fournisseurs chinois et d'Areva au Royaume-Uni et de sociétés coréennes aux Émirats arabes unis. Ce comportement nouveau brouille encore un peu plus les frontières entre exploitants et fournisseurs et soulève des questions supplémentaires quant à la responsabilité civile et financière en cas d'accident.

Reste à voir si le fait que les fournisseurs deviennent propriétaires de centrales en exploitation est économiquement viable. Comme l'a montré l'effondrement de British Energy en 2002, dont la perte financière a été évaluée à 2 millions de livres par jour²⁴ à la suite d'une chute des prix de gros de l'électricité, les sommes en jeu dans la production d'électricité sont astronomiques. Par conséquent, si un projet ne se déroule pas correctement, même les plus grands fournisseurs se retrouveraient eux-aussi en grandes difficultés.

Le projet turc visant à équiper le site d'Akkuyu de quatre réacteurs russes fera l'objet d'un contrat BOO (construction, propriété, exploitation), une première pour une centrale nucléaire. La centrale sera la propriété d'un consortium russe dominé par le fournisseur russe de réacteurs Rosatom (à 92,85 %) et composé pour le reste d'Inter RAO (la société russe de service public) et d'AtomStroyExport²⁵.

Le financement prévu par le consortium s'appuie sur un contrat d'achat d'énergie de 15 ans passé avec la compagnie publique turque Tetas, prévoyant que cette dernière rachète environ la moitié de la production énergétique de la centrale (soit 70 % de la production des deux premières tranches du site et 30 % des deux autres). L'électricité sera revendue à un prix moyen pondéré de 123,5 \$/MWh, plafonné à 153 \$/MWh²⁶. Si les coûts de construction ou d'exploitation se révélaient supérieurs aux estimations, les propriétaires russes pourraient perdre d'importantes sommes d'argent. Et lorsque les contrats d'achat d'énergie ne sont plus rentables, les propriétaires de centrales essaient généralement d'en renégocier les termes, faisant alors basculer les risques sur les consommateurs.

En Lituanie, Hitachi-GE devait prendre une participation à hauteur de 20 % dans la centrale de Visaginas équipée d'un réacteur REB de type avancé (ABWR). La Lituanie, la Lettonie et l'Estonie devaient acheter respectivement 38 %, 22 % et 20 % des parts²⁷. Mais à l'occasion d'un referendum organisé en octobre 2012 avant que l'accord ne soit finalisé, la population lituanienne s'est clairement exprimée contre ce projet, offrant ainsi à ce dernier très peu de chances de voir le jour. Il sera donc difficile de préjuger de la viabilité d'un tel modèle économique.

Désireuse de construire des centrales nucléaires au Royaume-Uni, Hitachi-GE a acheté Horizon en octobre 2012, une co-entreprise créée par deux sociétés allemandes de service public, RWE et E.ON²⁸. Toutefois, avant qu'Hitachi-GE puisse construire une centrale au Royaume-Uni, l'ABWR devra faire l'objet d'une procédure d'évaluation de la conception des réacteurs (Generic Design Assessment), dont la durée moyenne est de cinq ans. Il est donc trop tôt pour dire ce que donnera l'engagement d'Hitachi-GE au Royaume-Uni. Des entreprises russes et chinoises ainsi qu'Areva auraient d'ailleurs également présenté une offre pour le rachat d'Horizon²⁹.

3.2.1.2 Le génie architectural

Les ingénieurs architectes ou ingénieurs assembleurs jouent un rôle prépondérant aux États-Unis. Cette spécificité remonte à l'époque où les entreprises américaines de service public n'avaient ni la taille ni les capacités idoines pour concevoir des centrales nucléaires de tous types et avaient donc recours à des ingénieurs spécialisés en architecture pour assembler les différentes composantes de la centrale. La plupart de ces compagnies entretenaient des relations de long terme avec leurs ingénieurs, qui, de leur côté, avaient généralement recours au même fournisseur d'équipements. Par conséquent, les centrales nucléaires étaient conçues sur le même modèle. Certaines grandes compagnies, comme la Tennessee Valley Authority (TVA), jouaient elles-mêmes le rôle d'ingénieur assembleur. Pour toutes les autres, une dizaine de sociétés d'ingénierie engagées dans des projets de constructions de centrales américaines se tenaient à leur disposition³⁰. Certaines d'entre elles sont toujours en activité, tel que Bechtel, tandis que d'autres ont quitté la filière, à l'instar de Stone & Webster.

L'absence de normalisation entre les différentes centrales américaines et les dépassements de coûts sont souvent reprochés à ces ingénieurs qui, en général, n'ont aucune incitation à utiliser des conceptions normalisées et qui, dans certains cas, ont conçu de piètres modèles. Il arrive que le fournisseur endosse le rôle d'ingénieur architecte, comme c'est le cas de Siemens ou encore d'Areva, tandis que dans

d'autres cas, c'est la compagnie d'exploitation qui remplira directement cette fonction, à l'instar d'EDF. L'inexpérience d'Areva dans ce domaine serait justement souvent pointée du doigt comme étant l'un des facteurs à l'origine des problèmes rencontrés par la centrale d'Olkiluoto, en Finlande (voir section 3.2.4) ³¹.

3.2.1.3 Contractants en ingénierie, approvisionnement, construction (IAC) ³²

Le rôle de gestion du contractant IAC s'est accru au fur et à mesure des tentatives d'introduction de l'énergie nucléaire dans de petits pays ou dans des pays en développement où les entreprises de service public disposent de capacités et d'un secteur industriel limités. Un contractant IAC doit non seulement posséder de solides compétences dans la gestion de projets et de travaux de construction nucléaires et dans d'autres projets complexes, mais aussi faire preuve de savoir-faire en matière d'achats afin de garantir la bonne gestion d'une chaîne d'approvisionnement complexe.

Parmi les entreprises spécialisées en ingénierie, approvisionnement et construction, on retrouve des compagnies de service public telles que Korean Hydro and Nuclear Power Co (active également en dehors de ses propres centrales), des sociétés d'ingénierie telles que Bechtel, des entreprises spécialisées dans la filière nucléaire telles qu'AtomTechnoProm ainsi que des fournisseurs nucléaires, bien que ce dernier cas de figure soit peu répandu.

3.2.2 La chaîne d'approvisionnement des équipements et des matériaux ³³

D'après l'Association nucléaire mondiale (ANM), la chaîne d'approvisionnement des équipements et des matériaux nucléaires peut se schématiser comme une pyramide à six étages. Elle en donne deux exemples. De bas en haut, ces étages sont les suivants ³⁴ :

- Fournisseurs de matières premières et compagnies minières (ex. : argent, zinc, etc.) ;
- Entreprises de transformation/fabrication (ex. : alliages) ;
- Fournisseurs/distributeurs de pièces auxiliaires (ex. : barres de commande et grosses pièces de forge) ;
- Fabricants d'équipement d'origine (ex. : grappe de contrôle) ;
- Intégrateurs de système (ex. : cuve sous pression de réacteur et générateur de vapeur) ;
- Fournisseur final de la technologie, fournisseur de la chaudière nucléaire.

Une centrale nucléaire contient des millions d'éléments, chacun d'entre eux possédant sa propre chaîne d'approvisionnement.

Les éléments d'équipements les plus sensibles d'une centrale nucléaire sont : le turbogénérateur, la cuve sous pression du réacteur, l'enceinte de confinement, les internes du réacteur et les pompes du réacteur, ainsi que les vannes. Tous ces éléments doivent être spécialement conçus pour chaque centrale nucléaire ³⁵. Ils peuvent être répartis en trois catégories selon leur importance pour la sûreté de l'installation et en fonction de leur degré de spécificité à un modèle de réacteur en particulier :

- les composants nucléaires industriels de conception spécifique au modèle du réacteur (ex. : la cuve sous pression du réacteur) ;
- les composants nucléaires industriels de conception non spécifique au modèle du réacteur (certaines vannes et pompes) ; et
- les composants de type commercial (ex. : le turbogénérateur).

Les composants nucléaires industriels de conception spécifique au modèle du réacteur se situent pratiquement tous au sein de l'îlot nucléaire, à savoir la zone du réacteur depuis laquelle les systèmes

Encadré 3

La cuve sous pression du réacteur

Une fabrication complexe

La cuve sous pression du réacteur est l'un des composants les plus importants pour la sûreté d'un REP, car si l'intégrité de celle-ci ne peut être assurée, la sûreté de la centrale est gravement remise en cause. En effet, si la cuve présente une faille, elle cèdera sans avoir présenté de fuite au préalable. Il n'y aura donc pas de signe avant coureur.

Les problèmes survenus en 2012 et mettant en cause les cuves de réacteur du fournisseur Rotterdamse Droogdok Maatschappij (RDM) illustrent la complexité de cette question. En 2012, des inspections menées sur le site de la centrale Doel 3 ont révélé des milliers de fissures dans la cuve sous pression. Le réacteur a été mis à l'arrêt le temps que soient menées des enquêtes destinées à définir l'étendue et la gravité de ces fissures. Cette découverte remet en question l'avenir des 21 réacteurs dans le monde équipés de cuves fournies par RDM³⁷. Des fissures similaires ont été découvertes à Tihange-2, dont la cuve du réacteur venait également de RDM³⁸. Les réacteurs concernés sont très divers : leur capacité s'échelonne entre 50 MW et 1 300 MW, ils relèvent de trois filières différentes et sont commercialisés par environ six fournisseurs distincts. Au mois de décembre 2012, aucune décision n'avait encore été prise quant à la remise en service de Doel 3 et Tihange-2. La cuve fissurée fournie par RDM avait pourtant satisfait à tous les critères de l'ASME (American Society of Mechanical Engineers) de l'époque³⁹. Toutefois, la fabrication de la cuve s'est avérée plus complexe que ce qu'imposaient les normes. Selon une source, il aurait été rapporté que⁴⁰ : « Dans le cas de Doel 3, les matières premières ayant servi à la fabrication des viroles du réacteur ont été fournies par Krupp, les pièces de forge par RDM, le revêtement intérieur et l'assemblage par Cockerill pour la partie inférieure (deux viroles du cœur, anneaux de transition et plaque de fond) et par Framatome (désormais Areva NP) pour la partie supérieure comprenant le couvercle de la cuve, la virole porte-tubulure et l'assemblage final. ».

On suppose que les fissures sont apparues au cours du processus de fabrication, mais, au moment de la rédaction de ce document, la responsabilité des erreurs qui en sont à l'origine est loin d'être clairement établie. Ces fissures ayant été découvertes lors de l'utilisation d'un nouveau capteur à ultrasons, il ne sera peut-être pas possible de définir à quel moment elles sont apparues.

Des sites de fabrication spécialisés

Depuis quelques années, le rétrécissement de la chaîne d'approvisionnement nucléaire est sur la sellette. En raison de la baisse des commandes, de nombreux sites de production certifiés ont fermé, et la fabrication des cuves de réacteur suscite une inquiétude particulière : en effet, pour les plus grands réacteurs, tels que l'EPR d'Areva, une seule entreprise au monde, Japan Steel Works (JSW), possède les installations adéquates pour produire les très grosses pièces de forge monoblocs nécessaires à la fabrication des cuves. L'autre solution, qui consiste à souder ensemble plusieurs éléments pour assembler une cuve est généralement considérée comme moins souhaitable⁴¹. La capacité de JSW n'ayant été jusqu'en 2010 que de trois cuves par an, le risque de voir apparaître un goulet d'étranglement dans le secteur était fort probable. Mais malgré ce marché à prendre, aucune autre entreprise n'a souhaité réaliser l'investissement de 900 millions USD nécessaire pour s'équiper d'une presse de 14 000 tonnes. JSW en a donc construit une seconde, qui est entrée en service en 2010⁴².

Doosan (Corée) et Sheffield Steelmasters (Royaume-Uni), qui possèdent une presse de 13 000 tonnes vieille de 30 ans, avaient pourtant projeté de réaliser cet investissement, mais ne l'ont finalement pas concrétisé. La remise en question mondiale de l'énergie nucléaire qui a suivi l'accident de Fukushima ayant cependant fait fondre les commandes, la seconde presse de JSW n'était peut-être pas un investissement nécessaire.

de génération de chaleur envoient de l'eau, chauffée par la réaction nucléaire, vers l'îlot classique, où l'électricité est produite. Les composants nucléaires industriels de conception non spécifique au modèle du réacteur se trouvent à la fois à l'intérieur de l'îlot nucléaire, dans l'îlot classique et dans l'équipement auxiliaire. Les composants de type commercial se situent pour la plupart dans l'îlot classique et dans l'équipement auxiliaire, mais certains éléments importants, tels que des grues et des systèmes d'alimentation électrique, se trouvent à l'intérieur de l'îlot nucléaire. Cela signifie que les systèmes essentiels comprennent des éléments relevant de différentes catégories, et dont les chaînes d'approvisionnement sont assurées par de très nombreux fournisseurs.

En règle générale, les éléments importants pour la sûreté de l'installation doivent être produits sur un site répondant aux normes en vigueur, certifié par une autorité compétente. Par exemple, aux États-Unis, les sites de production doivent avoir reçu l'aval de l'American Society of Mechanical Engineers (ASME). Mettre au point une installation de production représente donc, pour un fournisseur de composants, un lourd engagement.

Lors de la période faste des commandes nucléaires, dans les années 1970 aux États-Unis et de 1975 à 1985 en France, fournisseurs principaux et intermédiaires bénéficiaient d'un volume de commandes suffisant pour mettre au point des lignes de production. En revanche, lorsque le rythme des commandes a ralenti, ils ont été contraints de fabriquer plus souvent leurs composants au coup par coup, ce qui a eu pour effet d'en accroître le coût unitaire. La réglementation et les certifications, notamment de l'ASME, ont pour objectif de garantir que la qualité reste constante malgré tout.

Un composant nucléaire industriel de conception spécifique au modèle du réacteur doit, la plupart du temps, être produit sur un site conçu spécialement pour la production de ce composant en particulier. Lorsque la conception du réacteur change, l'installation fournissant le composant est susceptible de changer elle aussi. Cela signifie que même lorsqu'il existe un débouché de centrales nucléaires vaste et relativement assuré, comme c'est le cas par exemple en Chine, la chaîne d'approvisionnement n'est pas forcément adéquate si le modèle de réacteur n'a pas été défini. En effet, si le modèle change, le fournisseur devra réaliser d'importants investissements sur ses installations de production³⁶. Aussi, sans visibilité claire quant à un marché assuré pour l'un de leurs produits, les fournisseurs américains, européens et japonais prennent-ils un risque majeur en investissant dans des installations de production.

3.2.2.1 Le réacteur nucléaire

Le réacteur lui-même est un équipement extrêmement complexe, dont le fournisseur final endosse seul la responsabilité, alors même qu'il en externalise la fabrication de certaines parties auprès de sous-traitants spécialisés. Le réacteur est constitué d'une cuve sous pression, de structures internes (notamment le bouclier) et de matériel auxiliaire immédiat (notamment le mécanisme d'entraînement des barres de commande). Le réacteur est entouré d'autres éléments et composants essentiels, tels que le circuit de refroidissement primaire, les pompes primaires, le pressuriseur, le système d'injection de bore et, sur la plupart des modèles de centrales, les générateurs de vapeur qui séparent le circuit primaire du circuit secondaire.

3.2.2.2 La cuve du réacteur

La cuve du réacteur est l'exemple par excellence du composant spécifique à un modèle de réacteur (voir encadré 3). Sa production nécessite des compétences et des installations hautement spécialisées, en particulier des presses pour la fabrication de grandes pièces forgées. En 2012, on recensait un seul fournisseur capable de fabriquer une cuve pour un EPR : Japan Steel Works, affichant une capacité de trois cuves par an (voir encadré 3). D'après l'Association nucléaire mondiale⁴³, il existe en tout neuf forges spécialisées capables de produire de grosses pièces forgées. Elles sont situées au Japon, en Russie, en Corée, en France, en Allemagne, en Inde, en République tchèque et au Royaume-Uni.

Ces pièces de forge sont ensuite utilisées par une vingtaine d'entreprises très différentes pour produire des cuves de réacteur. Parmi ces sociétés, certaines sont des divisions d'un grand fournisseur de réacteur (ex. : Areva et Mitsubishi Heavy Industries), tandis que d'autres sont des entreprises spécialisées, comme Babcock & Wilcox (États-Unis).

3.2.2.3 L'enceinte de confinement

L'enceinte secondaire de confinement est une structure renforcée qui englobe le réacteur et d'autres parties de la chaudière nucléaire afin de les protéger contre des événements externes, mais aussi de contenir toute fuite radioactive qui pourrait survenir dans le circuit primaire. Il s'agit d'une chambre étanche, souvent composée d'une paroi simple ou double en béton précontraint (ou armé) épais, entièrement scellée au radier du réacteur. Pour une meilleure étanchéité, la paroi interne de l'enceinte secondaire de confinement est souvent doublée d'une coque d'acier. Sa fabrication et son installation sur le site de la centrale nucléaire font partie des travaux de génie civil alors qu'elles doivent répondre à des normes industrielles très strictes.

L'enceinte de confinement est généralement dotée d'équipements complémentaires, tels que des systèmes d'arrosage pour annuler la pression interne et des recombineurs d'hydrogène pour éviter une accumulation et une combustion de l'hydrogène, en cas d'accident majeur. L'enceinte de confinement doit également posséder un certain nombre de perforations pour permettre au circuit secondaire d'atteindre les parties conventionnelles de la centrale, ainsi que pour ménager un accès pour le personnel, les machines (renouvellement du combustible ou changement des composants) et les câbles électriques. Des éléments d'équipement supplémentaires sont nécessaires pour que ces points de perforations soient étanches à l'air.

Chaque modèle de réacteur possède sa propre chaîne d'approvisionnement, qui regroupe un grand nombre d'entreprises de différentes natures. L'ANM cite notamment six des entreprises intervenant dans la fabrication d'une enceinte de confinement pour le compte d'Areva. Il s'agit, entre autres, de trois entreprises françaises (ex. : Bouygues Construction), d'une société suisse (VSL International), d'une entreprise allemande (Babcock Noell Nuclear GmbH) et d'une firme chinoise (SEPCO).

3.2.2.4 Les générateurs de vapeur

Les générateurs de vapeur sont nécessaires dans les REP : l'eau de refroidissement du réacteur circule dans un circuit secondaire où les générateurs de vapeur produisent la vapeur qui entraîne les turbines. Dans un REB en revanche, c'est l'eau de refroidissement du réacteur qui entraîne directement les turbines. Les générateurs de vapeur nécessitent eux aussi de grosses pièces de forge : par exemple, les quatre générateurs de vapeur d'un EPR pèsent environ 500 tonnes chacun. L'ANM dénombre environ 16 fournisseurs, nombre d'entre eux étant également des fournisseurs d'enceintes de confinement.

À l'inverse de la cuve du réacteur, qui est un élément conditionnant la durée de vie du réacteur (en d'autres termes, si la cuve est hors service, son remplacement n'est pas envisageable), les générateurs de vapeur peuvent être remplacés. De plus, étant donné qu'ils se révèlent moins durables que prévu, il existe un marché conséquent pour le remplacement des générateurs de vapeur. Ils peuvent être fournis par le fabricant d'équipement d'origine ou par une entreprise concurrente. Les fournisseurs recensés par l'ANM sont les suivants ⁴⁴ :

- Chine : China First Heavy Industries, Dongfang Electric Corporation, Dongfang Heavy Equipment Limited, Harbin Boiler Company ;
- Corée : Hyundai Heavy Industries, Doosan ;
- France : Areva ;
- Japon : Babcock-Hitachi KK ;
- Russie : AtomEnergMash ;
- Afrique du Sud : DCD Dobryl ; et
- Espagne : ENSA.

Les tubes des générateurs de vapeur sont fabriqués par un autre groupe d'entreprises, notamment par Vallourec et Vanatome (France) ; Alfa Laval (Suède) ; Armatury (Russie) ; Larsen & Toubro (Inde) ; Sandvik (Suède) ; et Sumitomo (Japon).

3.2.2.5 Pompes et vannes

Les pompes et les vannes se retrouvent dans de nombreux systèmes d'une centrale nucléaire, parfois dans des zones essentielles à la sécurité. Dans une centrale REP ou REB classique, on compte environ 5 000 vannes et 200 pompes. L'ANM recense plus d'une douzaine de fournisseurs pour les types de pompes les plus spécialisées. Certains sont des entreprises spécialistes des pompes (ex. : Curtiss-Wright), d'autres sont des divisions de grands groupes transversaux, qui fabriquent également des réacteurs (ex. : Areva et Mitsubishi). Les principaux fournisseurs de pompes sont notamment : AtomEnergMash, HMS Pumps (Russie), Areva (France), Dongfang Electric Corporation et Shanghai Electric Heavy Industry Group (Chine) ainsi que Mitsubishi et EBARA (Japon).

Les vannes spécialisées et les actionneurs (moteurs entraînant les vannes) sont fournis par des entreprises spécialisées, y compris certains fournisseurs de pompes (ex. : Flowserve). L'ANM énumère 16 fournisseurs de vannes et d'actionneurs, parmi lesquels : Arako spol s.r.o. (Russie), AUMA (Allemagne), Armatury (Russie), Larsen & Toubro (Inde) et Samshin Ltd (Corée).

3.2.2.6 Les turbogénérateurs

Les turbogénérateurs, qui convertissent l'énergie en électricité, sont historiquement la pièce maîtresse d'une centrale électrique thermique, et ils demeurent un gros poste de dépense dans une centrale électrique nucléaire. Nombre de grands fournisseurs nucléaires étaient à l'origine des fabricants de turbogénérateurs pour les centrales à énergie fossile (ex. : Siemens, GE et Westinghouse).

On dénombre une douzaine de fournisseurs de turbines pour les grands réacteurs, plusieurs d'entre eux commercialisant aussi des réacteurs. Parmi eux, on compte : Dongfang Electric Corporation, Harbin Electric et Shanghai Electrical (Chine), Bharat Heavy Electricals et Larsen & Toubro (Inde), OMZ et AtomEnergMash (Russie), Alstom (France), Doosan (Corée), Mitsubishi (Japon) et Siemens (Allemagne).

3.2.2.7 Matières premières et petits composants

De grandes quantités de matières premières, telles que l'acier et le béton, dotées de caractéristiques techniques très strictes, sont nécessaires à la construction d'une centrale nucléaire. Au cours des dernières années, de graves problèmes sont survenus sur les chantiers de construction des centrales EPR d'Olkiluoto (Finlande) et de Flamanville (France) en raison de la mauvaise qualité du contrôle lors du coulage du radier en béton ⁴⁵.

Une centrale REP ou REB classique compte 210 km de tuyauterie et pas moins de 2 000 km de câblage, avec diverses fonctions et caractéristiques techniques. Il s'agit principalement de produits nucléaires industriels non spécifiques ou de produits commerciaux qui sont, par conséquent, ouverts à un grand nombre de fournisseurs potentiels. La responsabilité de l'assurance qualité des matériaux et composants ne revient pas toujours à la même entreprise, suivant les modalités d'exécution du projet, mais repose majoritairement sur la société en charge des fonctions d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction.

3.2.3 Génie civil

Comme l'illustre le tableau 3, l'installation sur site et la construction représentent de loin les postes de dépense les plus importants d'une centrale nucléaire, et sont notoirement les coûts les plus difficiles à

Image : En Finlande, les coûts de la construction d'Olkiluoto 3 ont déjà largement dépassé le budget initial, et le chantier accuse un retard de plusieurs années.



La cause d'un accident sérieux sur une centrale nucléaire peut impliquer une combinaison d'erreurs de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance.

maîtriser en raison du grand nombre de sous-traitants intervenant, et parce qu'un chantier est bien plus complexe à diriger qu'un projet en usine, où l'environnement est plus facilement maîtrisable. Les entreprises concernées sont de grandes entreprises d'ingénierie, possédant l'expérience de grands projets tels que la construction de portions de chemin de fer ou d'autres types de centrales électriques. Ces dernières années, des entreprises telles que Kajima (Japon), Daewoo et Samsung (Corée) ainsi que Bouygues (France) ont endossé ce rôle. Leur contribution et, en particulier, leur contrôle qualité sont essentiels pour la qualité globale de la centrale.

3.2.4 Problèmes lors de la phase de construction

Peu de projets nucléaires sont achevés en temps et en heure, en respectant le budget imparti, et nombre d'entre eux dépassent substantiellement le calendrier et l'enveloppe prévus. On se souvient notamment des graves problèmes qui ont frappé Areva lors de la construction d'un EPR sur le site d'Olkiluoto en Finlande.

Des problèmes sont en effet survenus dès le début du projet, en 2004. Résistance du béton, qualité des soudures, retards dans la conception, inexpérience du fournisseur et manque de supervision des entreprises sous-traitantes sont notamment à l'origine des principales difficultés rencontrées⁴⁶. Les problèmes ne sont toujours pas réglés, repoussant à 2014 la date d'achèvement des travaux initialement prévue en 2009⁴⁷. Le coût total de l'opération a plus que doublé, s'élevant à environ 8,5 milliards d'euros, contre 3,2 milliards d'euros prévus à l'origine⁴⁸.

En 2012, en Corée, on a découvert que plus de 5 000 petits composants installés sur les tranches 5 et 6 de la centrale de Yeonggwang avait été certifiés avec des documents destinés à la sûreté des composants chaudronnés. Les tranches, déjà mise en service, ont dû être mises à l'arrêt pour près de deux mois, le temps que des enquêtes soient menées et que les pièces soient remplacées⁴⁹. En raison du fort degré de dépendance de la Corée à l'énergie nucléaire, la fermeture de ces tranches a menacé la sécurité de l'approvisionnement du pays en électricité.

3.3 Exploitation et maintenance

La chaîne d'approvisionnement pour la phase d'exploitation et de maintenance est moins complexe que celle de la phase de construction, mais plus difficile à circonscrire. Elle comprend : l'exploitation au quotidien, la maintenance de routine (généralement un entretien annuel), la réparation et le remplacement des équipements hors d'usage (parfois au cours de la maintenance de routine et parfois, lors que la panne est grave ou menace la sûreté, lors d'un arrêt exceptionnel), la fourniture de combustible neuf et le traitement du combustible usé.

À la différence de la construction, où toutes les activités et les équipements nécessaires sont largement prévisibles et prédéfinis, lors de la phase d'exploitation et de maintenance, toutes les activités et achats nécessaires ne sont pas programmables. Si le rechargement en combustible et certains entretiens de routine sont relativement prévisibles, certaines opérations telles qu'une réparation ou un remplacement exceptionnel ne seront définies que par l'historique de l'exploitation de la centrale. De plus, il peut arriver que certaines réparations doivent être planifiées et exécutées à l'aide de méthodes conçues expressément pour la centrale en question. Pour toutes ces raisons, il est bien plus difficile de recenser le type d'entreprises intervenant lors de la phase d'exploitation et de maintenance.

3.3.1 Exploitation

La responsabilité de l'exploitation incombe toujours au propriétaire/exploitant (société de service public). Il répond devant l'autorité nationale de réglementation nucléaire que les exploitants possèdent les qualités et les compétences adéquates. À l'avenir, si les dispositions proposées par la Turquie, les Émirats arabes

Encadré 4

Stockage définitif du combustible usé

Il existe deux façons principales de traiter le combustible usé : le stockage direct ou le retraitement. La plupart des exploitants de réacteurs choisissent le stockage direct en dépôt de déchets de haute activité (cette catégorie de déchets comprend notamment le combustible usé). Aucun dépôt définitif de déchets de haute activité, où les déchets doivent demeurer isolés de l'environnement pendant environ 250 000 ans, n'a pour l'heure été construit, et il pourrait s'écouler plusieurs décennies avant qu'une telle installation ne voie le jour. En attendant, les coûts totaux d'un tel procédé et la technologie à employer demeurent incertains. Les entreprises offrant ce service ne sont pas encore développées, mais étant donné le niveau de sécurité extraordinaire exigé, elles seront inévitablement étroitement adossées aux États, voire détenues en totalité par eux.

Le stockage direct du combustible usé n'a encore fait ses preuves nulle part, et la plupart des pays qui envisagent cette solution sont encore bien loin de seulement commencer à sélectionner un site adéquat.

Le retraitement commercial n'est opéré que dans trois pays : la France (La Hague), le Royaume-Uni (Sellafield) et la Russie (Tcheliabinsk et Krasnoïarsk). Ces installations sont détenues par les États. Le Japon a pratiquement achevé la construction d'une grande usine de retraitement, à Rokkasho. L'usine serait achevée à 99 % depuis 2007, mais sa mise en service n'a cessé d'être reportée depuis (19 fois en date d'octobre 2012), et son ouverture est pour l'heure prévue en octobre 2013⁶¹. Son propriétaire, Japan Nuclear Fuel Limited, est détenu en majorité par 10 grandes compagnies électriques japonaises privées. D'autres pays, comme l'Inde, possèdent des installations plus petites, mais elles ne sont pas ouvertes aux clients internationaux et peuvent avoir une double finalité (civile et militaire).

unis et peut-être le Vietnam sont reprises ailleurs, l'exploitant pourra être une entreprise étrangère, et les fournisseurs eux-mêmes pourront posséder des parts dans la centrale, et donc être copropriétaires de l'exploitant.

Dans la plupart des pays, les réacteurs sont détenus et exploités par une seule grande compagnie de service public (notamment en France, en République tchèque, en Hongrie, en Corée, au Brésil, au Mexique et en Belgique) ou par un petit nombre de grandes sociétés de service public (comme c'est le cas par exemple au Japon, en Allemagne, en Espagne et en Suède). Aux États-Unis, les centrales nucléaires sont détenues par un grand nombre d'entreprises allant de la très grande compagnie de service public, telle que la Tennessee Valley Authority (TVA), à de très petites sociétés pour lesquelles un seul réacteur représente une part importante de la totalité de leurs actifs. Ce marché a connu une vague de consolidation. Par exemple, PECO (Philadelphie), qui possédait six réacteurs nucléaires (ou en était actionnaire majoritaire) a fusionné en 2002 avec Unicom, propriétaire de 10 centrales nucléaires, pour former Exelon. Exelon a ensuite acquis plusieurs autres centrales nucléaires aux États-Unis avant de fusionner avec une autre compagnie exploitante, Constellation, en 2012. La société nouvellement créée, qui a conservé le nom d'Exelon, possède désormais le plus grand parc de centrales nucléaires des États-Unis, et une capacité nucléaire installée d'environ 19 GW⁵⁰.

En règle générale, les plus grandes compagnies de service public, surtout celles qui peuvent s'appuyer sur une forte participation de l'État, sont davantage investies dans la chaîne d'approvisionnement. Ainsi, EDF se charge elle-même de son propre génie architectural et participe activement au processus de conception de la chaudière nucléaire. Les petites compagnies exploitantes, quant à elles, sont davantage susceptibles de sous-traiter certaines activités de la phase d'exploitation et de maintenance.

3.3.2 Maintenance de routine

Elle est généralement réalisée à l'occasion d'un arrêt pour rechargement du combustible, qui a lieu tous les ans ou tous les deux ans. Elle est assurée en règle générale par la compagnie exploitante elle-même, mais peut également être confiée à des contractants spécialisés, tels que le fournisseur principal et les fournisseurs d'équipement.

3.3.3 Réparation et remplacement d'équipement

Suivant la complexité de l'opération, elle peut être réalisée par l'exploitant lui-même pour des réparations simples, ou par des entreprises spécialisées, y compris le fournisseur d'équipement original, pour des opérations complexes (notamment le remplacement des générateurs de vapeur). Le contractant peut être choisi dans le cadre d'un appel d'offres.

3.3.4 Problèmes lors de la phase d'exploitation

Si l'exploitation et la maintenance ne sont pas menées dans le respect des normes les plus strictes, les conséquences peuvent alors être graves, ou potentiellement graves. Ainsi, l'incendie de la centrale de Browns Ferry (États-Unis) en 1975, causé par un électricien qui, avec la flamme d'une bougie, a désactivé les systèmes de sûreté des trois réacteurs du site, a failli provoquer un accident majeur⁵¹. Par ailleurs, l'enquête demandée par le Président sur l'accident de la centrale de Three Mile Island (États-Unis) (la Kemeny Commission)⁵², lequel s'est soldé par la fusion d'une grande partie du combustible, a révélé que l'accident était dû à la fois à des défaillances techniques et à des erreurs humaines.

La centrale de Davis Besse (États-Unis) s'est également trouvée au bord de l'accident grave parce que les procédures de maintenance n'ont pas suffi à détecter des fissures et un amincissement du couvercle de la cuve du réacteur⁵³. Si le couvercle de la cuve avait cédé, une perte de réfrigérant primaire se serait alors produite, ce qui aurait constitué un accident grave.

3.3.5 Approvisionnement en combustible

La fourniture du combustible se situe en bout de chaîne d'approvisionnement. Elle recouvre : l'extraction et le traitement de l'uranium, la conversion de l'uranium naturel en hexafluorure d'uranium, l'enrichissement pour accroître le pourcentage d'isotope d'uranium fertile de 0,7 % à environ 3,5 %, la reconversion et le traitement mécanique pour fabriquer les barres de combustible. Cette chaîne d'approvisionnement n'est pas détaillée ici, mais la plupart de ses maillons doivent répondre à des problématiques qui leurs sont propres. Tous ont en communs des installations qui, en fin de vie, nécessiteront un déclassement soigneux.

L'extraction minière est un processus très agressif pour l'environnement, qui nécessite l'extraction de grandes quantités de roches et de terre. De plus, elle génère un flux de déchets et de résidus qui, en l'absence d'un traitement adéquat, peuvent polluer les eaux souterraines⁵⁴. Les principaux pays producteurs d'uranium sont le Canada, la Russie, la Namibie, l'Australie et le Kazakhstan où opèrent des entreprises minières telles que RTZ (multinationale), Cameco (Canada), Areva (France), ARMZ (Russie), Kazatomprom (Kazakhstan) et BHP (Australie). La conversion en hexafluorure d'uranium est réalisée par un grand nombre d'entreprises, parmi lesquelles des compagnies minières (Cameco), des entreprises nucléaires transversales (Areva) et des entreprises spécialisées.

L'enrichissement nécessite des installations extrêmement coûteuses, et consomme d'énormes quantités d'énergie. C'est également une technologie militaire sensible, dans la mesure où elle peut servir à produire des matériaux d'armement. Les principaux fournisseurs mondiaux sont Eurodif (France), Urenco (Royaume-Uni, Pays-Bas, Allemagne), Minatom (Russie), JNFL (Japon) et USEC (États-Unis).

La fabrication et la fourniture du combustible est parfois assurée par une division du fournisseur du réacteur (ex. : Westinghouse) ou par une entreprise spécialisée, telle que TVEL (Russie). Seuls quelques-uns des pays dotés de centrales nucléaires possèdent sur leur territoire des sites de fabrication de combustible. Les principaux sont le Canada (GE), la France (Areva), l'Allemagne (Siemens), le Japon (MNF – Mitsubishi et NFI – Toshiba), la Corée (KNFC), la Russie (Mashinostroitelny), le Royaume-Uni (NDA) et les États-Unis (GE, Siemens, Westinghouse, Areva).

Sur le papier, la fourniture du combustible nucléaire est un service qui peut être confié à d'autres fournisseurs, mais en pratique, cela se révèle très compliqué. Les barres de combustibles et leurs assemblages sont spécifiques à chaque modèle de réacteur, et cela peut nécessiter plusieurs années à un autre fournisseur pour développer et ajuster parfaitement des barres de combustibles à un réacteur donné. Dans les faits, les exploitants sont donc liés à un seul fournisseur de combustible tout au long de la durée de vie du réacteur.

Plusieurs scandales ont marqué le secteur de l'approvisionnement en combustible nucléaire. En 1999, il a été découvert que British Nuclear Fuels (BNFL) avait falsifié des données d'assurance qualité relatives à du combustible contenant du plutonium (appelé combustible MOX, pour Mixed-Oxyde fuel – combustible d'oxydes mixte) expédié au Japon⁵⁵. BNFL fut contrainte de rappeler ce combustible.

La centrale nucléaire tchèque de Temelin illustre parfaitement les difficultés que représente un changement de fournisseur. En 2006, l'exploitant tchèque a été obligé de refaire appel à son fournisseur de combustible russe d'origine pour alimenter son réacteur de conception russe. En effet, le combustible fourni par Westinghouse posait des problèmes de rigidité : il se déformait et empêchait une insertion correcte des barres de commande⁵⁶.

3.3.6 Combustible utilisé

Le combustible utilisé retiré d'un réacteur génère de grandes quantités de chaleur de décroissance/ chaleur résiduelle et doit par conséquent être activement refroidi pendant plusieurs années, jusqu'à ce que la génération de chaleur ait suffisamment décré pour que le risque de fusion (en cas de défaut de refroidissement) soit écarté.

Après la période initiale de refroidissement (généralement de trois à cinq ans), le combustible utilisé est entreposé sur place dans un local d'entreposage provisoire, transporté vers un centre d'entreposage provisoire ou expédié vers des installations de retraitement. L'entreposage du combustible usagé peut être réalisé de trois manières principales :

- Entreposage initial dans des piscines de refroidissement destinées à accueillir le combustible utilisé construites au sein même des installations, à proximité des réacteurs. Dans la plupart des modèles de réacteurs occidentaux, les piscines sont à l'extérieur de l'enceinte de confinement, dans un bâtiment annexe, tandis qu'elles sont à l'intérieur de cette enceinte pour les modèles russes. Les piscines et leur système de refroidissement font partie intégrante de la conception du réacteur, de sa construction et de sa chaîne d'approvisionnement : ils partagent souvent les mêmes systèmes d'alimentation électrique, les mêmes systèmes d'approvisionnement en eau et les mêmes sources froides ultimes que l'îlot nucléaire. Ainsi, le fournisseur du réacteur a également la charge de l'entreposage du combustible utilisé.
- À l'issue de la période de refroidissement initiale, l'entreposage provisoire du combustible utilisé peut se poursuivre en piscine (entreposage sous eau). C'est la pratique courante de la plupart des centrales nucléaires de conception russe. Skoda JS est l'un des fournisseurs de ces systèmes d'entreposage provisoire sous eau (piscine)⁵⁷.
- L'entreposage provisoire peut également se faire dans des fûts d'entreposage à sec. Le combustible est entreposé dans des conteneurs lourds et autonomes ne nécessitant ni refroidissement actif supplémentaire, ni présence d'eau. Ils peuvent ainsi être stockés en surface ou dans des installations souterraines peu profondes. Plusieurs entreprises fabriquent ces types de conteneurs, notamment GNS

(Gesellschaft für Nuklear-Service, Allemagne), Holtec Intl, NAC Intl. et Areva-Transnuclear NUHOMS. Skoda JS a également obtenu une licence pour la fabrication des fûts d'entreposage à sec de conception allemande.

Le combustible peut-être soit retraité soit stocké directement (voir encadré 4). Le retraitement fait débat car c'est un processus dangereux et parce qu'il en génère du plutonium séparé, qui représente un risque majeur de prolifération de l'arme nucléaire. Le stockage direct, quant à lui, est moins risqué du point de vue de la prolifération, mais nécessite de trouver des sites appropriés et d'emballer les déchets de manière adéquate (ce qui est également le cas pour les déchets issus du retraitement) de façon à s'assurer au maximum que les matériaux demeureront isolés de l'environnement au cours des centaines de milliers d'années qu'il leur faudra pour cesser d'être dangereux.

La présence de combustible usé ou partiellement usé à l'extérieur du réacteur constitue un danger potentiellement important, comme l'a démontré la catastrophe de Fukushima ⁵⁸. En 2003, la centrale de Paks, en Hongrie, a subi un accident moins médiatisé. Les assemblages combustibles avaient été retirés du réacteur pour lavage, et placés dans une cuve de nettoyage ⁵⁹. Le système de refroidissement s'est révélé être inadapté, et les 30 assemblages combustibles placés dans la cuve de nettoyage ont tous été endommagés, certains sévèrement, causant le rejet de particules radioactives. La responsabilité de l'accident a été attribuée au fournisseur de la cuve, Areva (France), qui s'est acquitté d'un dédommagement qui se serait élevé à 4, 5 millions de dollars. La tranche (tranche 2 d'un site qui en compte quatre) est restée déconnectée du réseau pendant plus de trois ans ⁶⁰. Le manque à gagner correspondant à la production perdue pour ces trois années excède très largement le montant des indemnités versées..

3.4 Conclusions

Une centrale nucléaire est une installation particulière sur plusieurs plans : complexité, étendue et coût potentiel d'un accident, importance des compétences des personnes qui y interviennent, durée de vie, coût et importance du site de construction. Cela signifie que la cause d'un accident significatif dans une centrale nucléaire est rarement imputable à un seul facteur, et peut impliquer à la fois des erreurs de conception, de construction, d'exploitation et de maintenance.

En comparaison, nous n'avons aucun mal à reconnaître l'origine multifactorielle de ces erreurs dans le cadre d'accidents d'une autre nature, comme les accidents de voiture par exemple, où, selon la situation, la responsabilité principale est attribuée au concepteur, au constructeur, au conducteur ou encore au garagiste...

En outre, par le jeu des conventions internationales ou des législations nationales, la responsabilité des exploitants est limitée, voire exonérée dans le cas des fournisseurs, qui sont affranchis des conséquences financières d'accidents qui leurs sont imputables, d'une manière qui n'existe dans aucune autre activité industrielle. Sans ce bouclier de sécurité vis-à-vis des conséquences d'un éventuel accident, il est évident qu'aucune entreprise commerciale ne pourrait amortir l'exploitation ou la construction d'une centrale nucléaire.

La chaîne d'approvisionnement d'une centrale nucléaire est extrêmement complexe, et opaque dans bien des cas. Le propriétaire/exploitant d'une centrale endosse la responsabilité finale, mais la conception, la construction et la maintenance revêtent différentes parties et différents étages de contrats et de sous-traitance. Divers fournisseurs sont responsables de l'installation d'éléments essentiels à la sûreté de la centrale, mais ces fournisseurs, en fin de compte, ne pourront être tenus responsables en cas d'accident.

Cette impossibilité d'attribuer clairement des responsabilités est également à mettre au compte du manque de transparence des contrats et des relations entre entreprises. Cette situation crée de grosses difficultés pour garantir un contrôle qualité suffisant sur des éléments critiques en matière de sûreté. Il est souvent

difficile de savoir (du moins de l'extérieur) qui endosse la responsabilité finale si un problème devait survenir avec certains équipements ou modèles.

Par ailleurs, de nombreux intervenants sur la chaîne d'approvisionnement auront cessé leur activité bien avant la fin de vie de la centrale, comme cela a été le cas de RDM, le fournisseur des cuves de réacteur fissurées des centrales belges Tihange 2 et Doel 3. Dans le cas de la catastrophe de Fukushima, même si l'on sait que certains défauts de conception ont créé de graves complications lors de l'accident⁶², les entreprises qui ont assuré la conception et l'ingénierie ne sont pas tenues responsables.

- 1 <http://www.world-nuclear.org/info/inf19.html>
- 2 **Pour plus de détails, consulter** <http://www.world-nuclear.org/info/inf19.html>
- 3 **Pour une analyse des conventions internationales, voir** Anthony Thomas et Raphael J. Heffron (2012) « Third Party Nuclear Liability: The Case of a Supplier in the United Kingdom », EPRG Working Paper 1205, Cambridge Working Paper in Economics 1207, EPRG, Cambridge. http://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2012/02/EPRG1205_complete_revised.pdf
Voir également le chapitre 2 de ce rapport.
- 4 Nuclear Engineering International « Focus on India - New-build - Two paths », août 2012, p. 26.
- 5 Antony Froggatt, voir chapitre 2 de ce rapport.
- 6 **La chaudière nucléaire est un système extrêmement complexe comprenant de nombreux éléments, dont les principaux sont l'enceinte de confinement, le réacteur et le système de contrôle-commande. Au sein du réacteur se trouve la cuve sous pression, les internes et le circuit de refroidissement primaire.**
- 7 Pittsburgh Tribune Review « High stakes power plays », 6 janvier 2013.
- 8 **Dans ce rapport, nous faisons référence à ces deux entreprises comme Hitachi-GE, les modèles qu'elles proposent étant les mêmes.**
- 9 <http://www.nrc.gov/reactors/new-reactors/design-cert/esbwr/review-schedule.html>
- 10 Nucleonics Week « Visaginas project not favored by likely Lithuanian prime minister », 8 novembre 2012.
- 11 Nuclear Intelligence Weekly « Hitachi's vote of confidence », 2 novembre 2012, p. 5-6.
- 12 Inside NRC « Kepco to submit APR1400 design for NRC review in 2012 », 26 avril 2010.
- 13 Inside NRC « Kepco to submit APR1400 design for NRC review in 2012 », 26 avril 2010.
- 14 Korea Herald « Korea wins landmark nuclear deal », 28 décembre 2009.
- 15 Right Vision News « UAE: Middle East leads rally in nuclear plant orders », 12 janvier 2010.
- 16 Nucleonics Week « No core catcher, double containment for UAE reactors, South Koreans say », 22 avril 2010, p. 1.
- 17 Nuclear Intelligence Weekly « Confusion Persists over UAE Plant Ownership », 14 septembre 2012, p. 4.
- 18 Modern Power Systems « Nuclear power - Barakah begins », octobre 2012, p. 11.
- 19 Nuclear Intelligence Weekly « Confusion Persists over UAE Plant Ownership », 14 septembre 2012, p. 4.
- 20 World Nuclear News « APWR design certification rescheduled », 13 juin 2012. http://www.world-nuclear-news.org/RS-APWR_design_certification_rescheduled-1306124.html
- 21 Voir <http://www.world-nuclear.org/info/inf63.html> pour plus d'informations.
- 22 China Business News « China begins work on 200 MW nuclear power plant with 4th generation features », 7 janvier 2013.
- 23 Nuclear Intelligence Weekly « CGN, Areva and EDF to Cooperate on 1,000 MW Design », 16 novembre 2012, p. 3/
- 24 Daily Post « Nuclear power group losing £2m per day », 13 décembre 2002.
- 25 <http://www.akkunpp.com/index.php?lang=en>
- 26 Nucleonics Week « Akkuyu CEO sees commissioning of first Turkish VVER in 2020 », 26 juillet 2012.
- 27 Nucleonics Week « Visaginas agreement will be finalized by year-end: Lithuania minister », 20 septembre 2012.
- 28 Nucleonics Week « Hitachi to buy Horizon, bring ABWRs to the UK », 1^{er} novembre 2012.
- 29 Agence France Presse « France's Areva to bid for British nuclear plant venture », 7 juillet 2012.
- 30 **Celles-ci incluaient** Bechtel, Brown & Root, Burns & Roe, Daniel, Ebasco, Fluor, Gibbs & Hill, Gilbert, Sargent & Lundy, Stone & Webster et United Engineering & Construction.
- 31 « The EPR in Crisis », S. Thomas, novembre 2010. www.nirs.org/reactorwatch/newreactors/eprcrisis31110.pdf
- 32 **Pour une analyse détaillée du rôle du contractant IAC, consulter** l'Association nucléaire mondiale (2012) « The World Nuclear Supply Chain Outlook 2030 ».
- 33 Pour plus de détails, consulter l'Association nucléaire mondiale (2012) « The World Nuclear Supply Chain Outlook 2030 ».
- 34 Association nucléaire mondiale (2012) « The World Nuclear Supply Chain Outlook 2030 ».
- 35 **Même le turbogénérateur est assez différent d'une centrale thermique classique, car la température et la pression de la vapeur est bien plus faible, ce qui engendre des difficultés de conception particulières.**
- 36 Nuclear Intelligence Weekly, « Move To Gen III Likely to Slow Newbuild in Near Term », 16 novembre 2012, p. 3-4.
- 37 <http://www.i-nuclear.com/2012/09/04/new-inspections-confirm-cracking-in-belgiums-doel-3-reactor-pressure-vessel/>
- 38 Nucleonics Week, « Electrabel expects Doel-3, Tihange-2 restart », 8 novembre 2012.
- 39 <http://www.fanc.fgov.be/GED/00000000/3300/3323.pdf>
- 40 <http://www.i-nuclear.com/2012/09/04/new-inspections-confirm-cracking-in-belgiums-doel-3-reactor-pressure-vessel/>
- 41 Nuclear Intelligence Weekly, « Ultra-Heavy Forgings: Safer Reactors », 30 novembre 2012, p. 5.
- 42 Nuclear Intelligence Weekly, « Slump hits forgers », 30 novembre 2012, p. 4.
- 43 Association nucléaire mondiale (2012) « The World Nuclear Supply Chain Outlook 2030 ».
- 44 Ibid.
- 45 S Thomas (2010) « The EPR in crisis », Public Services International Research Unit (PSIRU), Université de Greenwich.
- 46 Ibid.
- 47 Nucleonics Week, « TVO, Areva seek I&C close-out as arbitration claims rise », 4 octobre 2012.
- 48 « Olkiluoto-3 cost 'close' to Eur8.5 billion: Areva CEO », in Nuclear News Flashes, Platts, 14 décembre 2012.
- 49 Nuclear Intelligence Weekly, « Another scandal rocks KEPCO », 9 novembre 2012, p. 5-6.
- 50 http://www.world-nuclear-news.org/C-Constellation-Exelon_merger_complete-1203127.html
- 51 <http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/brochures/br0361/br/br0361.pdf>
- 52 http://www.pddoc.com/tmi2/kemeny/attitudes_and_practices.htm
- 53 <http://www.nrc.gov/reactors/operating/ops-experience/vessel-head-degradation.html>
- 54 P Diehl (2009), « Uranium Mining and Milling Wastes: An Introduction », WISE, Paris. <http://www.wise-uranium.org/uwai.html#TAILHAZ>
- 55 <http://www.hse.gov.uk/nuclear/mox/mox1.htm>
- 56 Nucleonics Week, « Westinghouse's improved fuel aimed at fixing Temelin bowing problem », 18 décembre 2006.
- 57 <http://www.skoda-js.cz/en/products-and-services/spent-nuclear-fuel-storage/index.shtml>
- 58 <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/haic.go.jp/en/index.html>
- 59 Nuclear Fuel, « Recovery of damaged Paks fuel now slated to begin late this year », 19 juin 2006.
- 60 MTI Econews, « Paks block starts up more than three years after incident », 28 décembre 2006.
- 61 Nuclear Fuel, « JNFL postpones Rokkasho operation until October 2013 », 1^{er} octobre 2012
- 62 <http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/3856371/haic.go.jp/en/index.html>

La population
doit passer
avant les
bénéfices
de l'industrie
nucléaire.



Image : Une experte en radiation de Greenpeace évalue les niveaux de radioactivité d'une maison de Watari, une ville située à environ 60 km de la centrale de Fukushima.

GREENPEACE

Greenpeace est une organisation indépendante des États, des pouvoirs politiques et économiques. Elle agit selon les principes de non-violence et de solidarité internationale, en réponse à des problématiques environnementales globales.

Son but est de dénoncer les atteintes à l'environnement et d'apporter des solutions qui contribuent à la protection de la planète et à la promotion de la paix.

En 40 ans, Greenpeace a obtenu des avancées majeures et pérennes.

Elle est soutenue par trois millions d'adhérents à travers le monde, dont 150 000 en France.

Pour en savoir plus, veuillez contacter :

Greenpeace France (tel. 01 80 96 96 96)

JN 444

Publié en mars 2013 par :

Greenpeace France

13 rue d'Enghien
75010 Paris