



HAL
open science

Après Fukushima, rétablir la confiance dans la robustesse des installations nucléaires françaises

Mathias Roger, Olivier Loiseau

► To cite this version:

Mathias Roger, Olivier Loiseau. Après Fukushima, rétablir la confiance dans la robustesse des installations nucléaires françaises. Colloque "Après l'accident nucléaire de Fukushima Daiichi : s'adapter à l'imprévu", IRSN, Nov 2021, Montrouge, France. hal-03930991

HAL Id: hal-03930991

<https://hal.science/hal-03930991>

Submitted on 9 Jan 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

APRES FUKUSHIMA, RETABLIR LA CONFIANCE DANS LA ROBUSTESSE DES CENTRALES NUCLEAIRES FRANÇAISES

Mathias Roger¹ & Olivier Loiseau²

L'accident de Fukushima a été suivi d'une période de travail très intense pour les experts des organismes en charge de la sûreté des installations nucléaires françaises. Bien que l'accident japonais n'ait pas de lien direct ni avec la sûreté des réacteurs français ni avec la santé des populations françaises, il n'en demeure pas moins le déclencheur d'une période de crise en France. L'accident poussa l'opinion publique et les gouvernements à mettre en doute l'état réel de la sûreté des installations nucléaires, ici, en Europe. Cette crise est aussi introspective pour les organismes de la régulation du risque nucléaire en ce qu'elle éroda les certitudes et la confiance des experts dans la robustesse des installations dont ils ont la charge. Garantir la sécurité des populations vis-à-vis du risque nucléaire, assurer la place de l'industrie nucléaire dans les programmes politiques et asseoir la conviction des experts dans la sûreté des installations sont trois exigences qui ont marqué la vie de l'industrie nucléaire dans les années qui suivirent l'accident. Cette communication entend revenir sur les 10 années qui nous séparent désormais de Fukushima pour éclairer, avec le recul désormais disponible, la réaction de l'industrie nucléaire française à cet accident.

Ce papier se présente sous forme de dialogue entre un expert de la sûreté nucléaire et un sociologue. Le rôle du sociologue dans cette entreprise est de soumettre son analyse au jugement du vécu et du ressenti de l'expert pour dégager une interprétation commune de ce qui s'est joué dans cette période. Ce dialogue est organisé autour de quatre énoncés proposés par le sociologue, qui sont aussi des hypothèses ou des interprétations de phénomènes sociaux relatifs à l'industrie et à la sûreté nucléaire française dans l'après-Fukushima, auxquels l'expert sera invité à réagir. Ces énoncés seront présentés de façon volontairement exagérée de sorte à faire ressortir les lignes de tension qui ont structuré cette période si spéciale dans l'histoire du nucléaire. De plus ces énoncés seront présentés de façon aussi large que possible, tandis que l'expert tentera d'y apporter une réponse ou un éclairage depuis sa pratique nécessairement ancrée. Avant de se lancer dans cette entreprise, il convient de faire un aparté pour préciser d'où les personnages de ce dialogue parlent et dans quelle section du vaste monde nucléaire ils se trouvent.

Le sociologue est l'auteur d'un travail de thèse sur l'instauration de la robustesse des installations nucléaires avec une approche historique couvrant tout le programme nucléaire français et cela à partir d'une thématique précise : le danger présenté par l'aléa sismique pour la sûreté des

¹ Docteur en sociologie des sciences et des techniques, Université de Paris

² Expert en sûreté nucléaire, chef de service à l'IRSN

installations nucléaires. L'ensemble de son travail de thèse et des sources mobilisés proviennent de l'organisme spécialiste des questions de sûreté nucléaire, qui aujourd'hui est un organisme public du nom de l'IRSN (pour Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire), mais qui a existé sous diverse forme depuis 1958. L'expert de la sûreté nucléaire provient également de cet organisme où il a été rencontré par le sociologue à l'occasion de la réalisation de son travail de thèse. Il a même par la suite été invité à siéger dans le jury de soutenance de thèse. Cet expert est également aux prises avec les aspects sismologiques de la sûreté nucléaire. Toutefois, il n'est pas sismologue ou géologue, mais ingénieur des structures. De la sorte, il s'intéresse plutôt au comportement et aux capacités de résistances des installations face à des sollicitations, pouvant être d'origine sismique, mais pas nécessairement. En outre, l'expert travaille dans la sûreté nucléaire depuis 20 ans et occupe un poste de direction qui lui assure une vision transversale des questions de comportement des structures, mais aussi une vision stratégique de la sûreté nucléaire.

ENONCÉ 1: LES ENJEUX SPECIFIQUES DE L'INDUSTRIE NUCLEAIRE FRANÇAISE ONT PESE SUR LE RETOUR D'EXPERIENCE DE L'ACCIDENT

ENONCÉ 1.1: LES ACTEURS FRANÇAIS SE SONT FORTEMENT MOBILISES POUR MAITRISER LES CONSEQUENCES DE L'ACCIDENT POUR LEUR INDUSTRIE NUCLEAIRE.

L'accident nucléaire japonais survient à un moment de relance de l'industrie nucléaire mondiale dans laquelle la France occupe une place centrale. Avec les enjeux climatiques et l'urgence de réduire l'émission de gaz à effet de serre, le nucléaire comme source d'énergie pour la production d'électricité apparaît comme une solution louable, relançant l'intérêt pour une industrie en stagnation depuis les années 1980. Dans ce mouvement de relance, les entreprises françaises sont aux commandes. En particulier, AREVA et EDF ont lancé un modèle de réacteur de nouvelle génération, l'EPR, se voulant plus puissant et plus sûr que les anciens. Au moment de l'accident, des projets de constructions d'EPR sont en cours en France, en Finlande et en Chine. À la suite de l'accident de mars 2011, la France a tout fait pour prendre le commandement du retour d'expérience de l'accident et pour défendre une attitude mesurée qu'il conviendrait d'adopter en de telles circonstances. Cette volonté s'est traduite en actes de plusieurs façons. D'une part, la France a surjoué son rôle d'assistant à l'État japonais notamment en envoyant rapidement un avion-cargo rempli d'équipements de gestion d'accident nucléaire. Fait à la va-vite, il s'est avéré que cet avion était en grande partie plein de matériel inutile et qu'il s'agissait surtout d'un coup de communication³. Ensuite, le président de la République, Nicolas Sarkozy, fut le premier chef d'État à se rendre au Japon, contre l'avis même du Premier ministre japonais. Cette visite a été l'occasion pour le président français d'éteindre publiquement le feu qui gagnait

³ Cellule de Crise : l'Histoire secrète, « De Paris à Fukushima : Les secrets d'une catastrophe », Reportage France télévision février 2017 (<https://www.youtube.com/watch?v=giKSS42h2gg>)

de l'ampleur dans l'opinion publique contre l'industrie nucléaire et ayant poussé certain pays à annoncer leur sortie anticipée du nucléaire rapidement après l'accident⁴. Enfin, les experts français ont pris le leadership sur le cadrage européen du retour d'expérience. Ainsi, les acteurs français ont voulu maîtriser les conséquences de l'accident japonais. Nous allons nous intéresser désormais de quelle façon et quelles ont été les conséquences pratiques de cette main mise.

ENONCÉ 1.2: L'INDUSTRIE NUCLEAIRE FRANÇAISE A FAIT ENTRER SES ENJEUX PROPRES DANS LA DEFINITION DU RETOUR D'EXPERIENCE (REX) FUKUSHIMA

Au moment de l'accident nucléaire japonais, l'industrie nucléaire française est engagée dans le programme d'extension de la durée de vie de ses réacteurs en fonctionnement. Derrière ce programme se loge un enjeu sans précédent pour toute l'industrie ainsi que pour la sécurité d'approvisionnement électrique de la France et même dans une certaine mesure de l'Europe. Une large majorité des réacteurs nucléaires en fonctionnement et qui assure l'essentiel de la production électrique française vont atteindre la fin de leur durée de vie initiale entre 2016 et 2028. Pour des raisons autant de faisabilité que de rentabilité, il est vital de prolonger la durée de vie de ses réacteurs d'une ou plusieurs décennies. Ce programme, en gestation depuis le début des années 2000, est en cours de finalisation au moment de l'accident et prévoit le remplacement de certains composants, une révision complète des installations et une myriade d'améliorations de la sûreté des réacteurs pour tendre vers les exigences les plus récentes. Le volet exécutif de ce programme prendra le nom de « Grand carénage » chez l'exploitant EDF. Toute la réussite de ce programme tient dans la capacité à contenir les coûts du Grand carénage qui peuvent rapidement s'emballer du fait du nombre de réacteurs concernés. Entre 2008 et 2010 par exemple, soit un an avant l'accident de Fukushima, le montant du Grand carénage avait déjà été réévalué de 400 millions d'euros par réacteur en moyenne, pour un total de 23 milliards d'euros pour le parc à 600 millions par réacteur en moyenne et 35 milliards pour le parc⁵. Le risque que fait peser le REX Fukushima pour l'industriel est d'enrayer la longue gestation de ce programme en y incluant de nouvelles exigences de sûreté qui pourrait faire en faire rapidement gonfler le coût. Le risque d'intrusion du REX Fukushima dans le grand carénage peut être formulé de la façon suivante : le programme d'extension de la durée de fonctionnement des réacteurs prévoit d'augmenter la fiabilité et les capacités de gestion accidentelle des installations pour les événements déjà pris en compte à la conception, mais ne prévoit pas de revoir ses bases de conception ; or, le REX Fukushima pourrait encourager à tenir compte d'aléas plus importants, notamment ceux

⁴ Extrait du discours de Nicolas Sarkozy du 31 mars 2011 à Tokyo : « La situation à Fukushima suscite de très nombreux débats dans le monde et bien sûr en France. L'heure n'est pas aux polémiques, elle n'est pas aux anathèmes, l'heure n'est pas aux choix précipités, qui ne marquent qu'une seule chose, le manque de sang-froid [...] Pour la France, le nucléaire civil est un élément essentiel de son indépendance énergétique et de la lutte contre les gaz à effet de serre. Ce choix s'accompagne d'une exigence absolue dans la sûreté de nos installations nucléaires, une exigence dont le monde entier reconnaît la rigueur. La France participera pleinement à la démarche de vérification de la sûreté de ses centrales nucléaires, dans le cadre de l'initiative européenne » (source : <https://www.elysee.fr/nicolas-sarkozy/2011/03/31/declaration-de-m-nicolas-sarkozy-president-de-la-republique-sur-le-soutien-de-la-france-aux-japonais-et-aux-francais-residant-au-japon-apres-le-seisme-du-11-mars-2011-a-tokyo-le-31-mars-2011>).

⁵ Ibid., p.211

d'origine naturelle ; c'est pour éviter cela que les acteurs français vont s'efforcer de maîtriser la définition et le cadrage du REX Fukushima. Nous allons désormais voir comment cela s'est passé.

Après la sidération des premiers jours et l'émergence de la ferme conviction qu'il fallait faire quelque chose, la Commission européenne demande officiellement le 21 mars la réalisation de *stress tests* sur les 143 réacteurs en activité dans l'Union⁶. L'idée de ces tests, qui font écho à ceux réalisés sur les banques après la crise financière de 2008 (Laurent et al., 2019), est d'évaluer les capacités de résistances des centrales nucléaires face à des événements du type de ceux advenus au Japon. À la clef, ces tests doivent pouvoir conduire à un classement des réacteurs et, éventuellement, à des sanctions pouvant aller jusqu'à la fermeture pour les plus mal classés. Bien que la Commission ait la charge de l'exercice, c'est la WENRA (Western European Nuclear Regulators Association), l'association des chefs d'autorité de sûreté européenne, de façon générale et ses représentants français en particulier qui formaliseront une première interprétation de l'accident et la version initiale du cahier des charges des *stress tests*⁷.

Les acteurs français vont alors soumettre avec succès une formalisation des *stress tests* comme un processus d'évaluation visant à évaluer les limites de résistance des installations nucléaires en s'intéressant aux marges de sécurité disponibles par rapport aux bases de dimensionnement et non au dimensionnement lui-même. Le résultat de ces évaluations ayant pour résultante à leur tour de pouvoir conduire à la définition de dispositif de renforcement de ces marges et non pas du dimensionnement lui-même. La focalisation des *stress tests* sur les marges de sûreté plutôt que sur la sûreté elle-même a permis précisément de ne pas remettre en cause frontalement les bases de conception et de fil en aiguille le cadrage du Grand carénage.

Voix de l'expert : Concrètement, les stress tests devaient, dans leur définition initiale, permettre de connaître la capacité des installations, dire quel niveau de sollicitation ou d'aléa elles pouvaient « au plus » supporter sans mettre en cause la sûreté ; en pratique, cette question n'aura pas de réponse et, à la place, les industriels, et EDF en particulier, ont préféré mettre en évidence toutes les marges qui découlent de leur démarche de dimensionnement. Il est intéressant de noter que ces marges ont été pour bon nombre présentées sous la forme d'un niveau de sollicitation auquel l'installation peut « au moins » résister, sans risque d'effet falaise au-delà.

⁶ Cette proposition a été formalisée le 21 mars, à l'occasion d'un « Extraordinary Council meeting » du conseil européen, qui dépeint une volonté partagée d'effectuer ces tests de résistance. President Mr. Tamás Fellegi, Hungarian Minister for National Development, « Extraordinary Council meeting: Transport, Telecommunications and Energy - Energy items », Brussels, 21 March 2011.

⁷ Entretien avec un ex-membre de l'Autorité de sûreté nucléaire française travaillant à la WENRA au moment de l'accident de Fukushima mené par Cécile Wendling en 2012 (source : Wendling, C., « Identification des sujets sociologiques d'études dans le cadre de la mise en place des évaluations complémentaires de sûreté post-Fukushima », Rapport d'étude pour l'IRSN, Science Po Paris, 31 octobre 2012).

ENONCÉ 2: BIEN QUE LES STRESS TESTS ETAIENT EN THEORIE UNE EPREUVE INNOVANTE DEVANT APPORTER DES RESULTATS ORIGINAUX ET CONDUIRE A DES PRECONISATIONS SPECIFIQUES, LE REX FUKUSHIMA S'EST EN PRATIQUE ENTIEREMENT REALISE SELON L'HABITUDE DE LA REGULATION DES RISQUES

ENONCÉ 2.1: EDF N'A PAS REPONDU AU CAHIER DES CHARGES DES STRESS TESTS

L'objectif des *stress tests* dans leur version européenne comme française est d'évaluer les marges de sûreté disponible des installations face à certains types de scénarii (aléas naturels, perte de toutes les sources d'alimentation électrique, perte de toutes les sources de refroidissement). Pour mener cette évaluation il était entendu qu'il fallait tester les limites de résistance des installations, d'aller dans les études jusqu'à l'accident. Ces études devant servir in fine à identifier certains « effets falaise », c'est-à-dire certain endroit où les marges sont infimes et/ou, sensiblement au-delà des bases de conception / des limites de dimensionnement, l'accident est immédiat et inéluctable. Suivant cette logique, les *stress tests* seront suivis d'une seconde étape pendant laquelle les effets falaises identifiés devront faire l'objet d'un traitement particulier pour être atténués.

Voix de l'expert : Cette logique clairement définie et exprimée dans le cahier des charges de l'exercice n'a pas été suivie en France par EDF, l'exploitant des centrales nucléaires de production d'électricité. Au lieu d'appliquer la logique des stress tests, les représentants d'EDF ont présenté une étude démontrant la capacité de ses installations à faire face à des évènements sensiblement supérieurs à ceux du dimensionnement dans la droite lignée des études habituellement réalisées au cours des réévaluations périodiques de la sûreté des installations nucléaires. En outre, EDF inclut déjà dans son analyse des propositions d'action pour améliorer la robustesse de ses installations au-delà de leur dimensionnement.

ENONCÉ 2.2: LES REPONSES PRATIQUES A L'ACCIDENT N'ONT PAS GRAND-CHOSE A VOIR AVEC LES STRESS TESTS ET SONT ISSUES D'ELEMENTS DEJA PRESENTS.

La proposition d'EDF pour améliorer la robustesse de ses installations et garantir des marges de sûreté par rapport aux bases de conception est de trois ordres : la gestion de crise, le renforcement de l'existant et l'ajout de nouveaux dispositifs. Pour la gestion de crise EDF prévoit la construction d'un centre de crise bunkerisé sur chaque site ainsi que la mise en œuvre d'une Force d'action rapide nucléaire devant être capable d'intervenir en moins de 24h sur n'importe quel site nucléaire pour rétablir l'alimentation en eau et en électricité des centrales nucléaires. De plus, EDF prévoit l'ajout d'une nouvelle source d'alimentation électrique et d'une source d'eau de refroidissement, dites « ultimes ». Le dimensionnement de ces nouveaux équipements est renforcé de telle sorte qu'ils soient disponibles même en cas d'aléa naturel extrême. Ces dispositifs prennent respectivement les noms de Diésel d'ultime secours et de source d'eau ultime. Enfin, EDF prévoit le renforcement ou bien la vérification de robustesse d'une liste limitée de composants déjà existants et essentiels pour la prévention d'un accident grave face à des aléas au-

delà du dimensionnement, appelé le « Noyau-dur ». Or, mis à part les dispositifs liés à la gestion de crise, tous les autres sont déjà présents dans le programme d'extension de la durée de vie des réacteurs et EDF propose simplement de les réaliser de façon anticipée de sorte à apporter une réponse rapide aux inquiétudes posées par Fukushima.

Voix de l'expert : Ce sont en effet de tels dispositifs qu'il a été jugé nécessaire d'ajouter aux installations existantes pour les rapprocher autant que possible du niveau de sûreté des réacteurs nucléaires conçus le plus récemment, comme l'EPR.

ENONCÉ 3: DEUX POSITIONS OPPOSEES ONT STRUCTURE LE REX FUKUSHIMA EN FRANCE

Dans les deux premiers énoncés, nous avons implicitement prétendu que l'industrie nucléaire dans son ensemble ou que les acteurs français agissaient comme un seul homme comme si tout le monde, du président de la République aux experts de la sûreté de l'IRSN en passant par les représentants de la France à la WENRA, suivait une stratégie collective parfaitement établie. Or, non seulement cette vision est fautive, mais elle est en plus impossible. Dans les semaines qui suivirent l'accident japonais, les événements se sont succédé à une cadence infernale et de façon tout à fait imprévisible : de la succession d'explosion à la centrale japonaise dans les jours suivants le tsunami qui rendait l'ampleur de l'accident de plus en plus catastrophique, aux successions de déclarations politiques clamant ici la sortie de l'Allemagne ou de la Suisse du nucléaire et là la nécessité immédiate de fermer les réacteurs les plus dangereux que l'on pourrait identifier via des *stress tests* ou encore à la remonter d'information de la centrale qui offre chaque semaine une image différente des causes de l'accident ; chacun pourrait-on dire n'a pu qu'agir selon les intérêts qu'il défend dans son giron d'influence, ni plus, ni moins. Dans certains cas où l'action est soumise à la concertation, on peut même voir s'ouvrir des controverses où s'opposent des visions différentes. Ce fut le cas entre les experts de la sûreté nucléaire des différents organismes concourant à la régulation des risques nucléaires en France.

Globalement, deux visions concurrentes vont émerger : la vision conservatrice et la vision exploratrice. Ces visions portent autant sur l'interprétation de l'accident, sur les réponses à lui apporter en France et également de façon générale sur ce sur quoi repose réellement la sûreté des installations nucléaires. Nous allons nommer les défenseurs de ces visions respectivement les conservateurs et les explorateurs. Trop grossièrement, il serait possible de dire que les conservateurs sont les exploitants, et en particulier EDF, qui veulent à tout prix ne pas voir s'envoler le coût du REX Fukushima et que les explorateurs sont les experts de l'IRSN qui sont plus attachés à l'état de l'art en toute chose et ne partagent pas la contrainte de gérer une société devant être rentable. Ces associations, si elles s'observent de loin, cachent en pratique la réelle complexité des oppositions entre les deux visions. En effet, si les deux organismes présentent effectivement une préférence d'ensemble pour l'une ou l'autre vision, dans le cœur des débats techniques, il est courant que deux experts de l'IRSN opposent leur préférence pour une vision

plutôt que l'autre sur tel point particulier ou qu'un haut cadre d'EDF contredise un de ses experts pour adopter la vision exploratoire sur tel aspect particulier. Plus encore, la régulation des risques nucléaires telle que pratiquée en France intègre au moins deux autres acteurs – l'autorité de sûreté nucléaire et le Groupe permanent d'experts (sorte de conseil des sages établissant la doctrine en matière de sûreté nucléaire) – et opèrent dans un système de dialogue technique qui maintient ouverte la possibilité de moduler les positions et de trouver des compromis. Or, chaque individu du conseil des sages est libre de posséder et de défendre sa propre position, et l'autorité de sûreté nucléaire ne possède pas *a priori* de position ferme, mais se positionne en arbitre des oppositions entre experts. De la sorte, pour rendre compte au plus juste de ce qu'il s'est passé, il vaut mieux se garder de vouloir à tout prix attribuer à tel ou tel acteur une pure attention machiavélienne lorsqu'il défend une vision plutôt qu'une autre. À l'inverse, considérer que ces deux visions sont à la fois insensibles aux rattachements institutionnels et défendables éthiquement et techniquement permet de mieux cerner comment s'est joué le REX Fukushima en France.

ENONCÉ 3.1: IL N'Y A PAS QU'UNE INTERPRÉTATION DE L'ACCIDENT

Les visions conservatrice et exploratrice se distinguent en premier lieu sur l'interprétation qu'elles donnent de l'accident, sur sa transposition au cas français ainsi que sur l'importance à lui accorder. Pour les conservateurs l'accident de Fukushima est un cas de perte totale des sources d'alimentation électrique (dite situation H3 en France) cumulée à une perte totale du refroidissement (dite situation H1) à la suite d'un aléa tsunamis d'ampleur supérieure au dimensionnement. Pour eux le séisme n'est pas en cause dans l'accident, même si les évaluations d'aléa sismique n'avaient pas imaginé un tel séisme comme possible et même s'il a engendré des sollicitations supérieures à celles considérées auparavant dans les études de sûreté. Pour eux, seul le tsunami compte et ils en veulent pour preuve qu'une autre centrale située plus près de l'épicentre a résisté au séisme et que les premières inspections tendent à prouver que le séisme seul n'aurait pas occasionné d'accident à la centrale de Fukushima. Avec une telle interprétation restrictive des coupables de l'accident, la transposition des événements au cas français est très ciblée : seules les installations soumises à un risque de tsunamis sont concernées. Voilà qui limite très nettement le besoin de remettre en cause la robustesse des installations françaises : comme le faisait remarquer Nicolas Sarkozy « On a peur de quoi ? D'un tsunami sur le Rhin ? »⁸. De plus, la qualification de la situation après le tsunami comme le cumul de situation H1 + H3 fait entrer l'accident dans un cadre déjà pensé de situation. Après un autre accident nucléaire, celui de la centrale de Three Miles Island aux États-Unis en 1979, l'industrie nucléaire française avait conduit une série d'études pour mieux comprendre les cinétiques accidentelles de certains scénarii jusque-là pensés comme suffisamment improbables pour ne pas être pris en compte. C'est alors que la perte des sources froide et électrique a été imaginée en France et a occasionné certaines modifications des installations et des procédures de conduites pour y faire face ; ce que n'avaient pas fait les Japonais. Ainsi, avec un initiateur impossible et une situation accidentelle

⁸ Débat télévisé du 2 mai 2012 entre François Hollande et Nicolas Sarkozy (rts.ch/info/monde/3964968-debat-televisé-tendu-entre-francois-hollande-et-nicolas-sarkozy.html)

déjà prise en compte, il n'y a pas lieu d'en faire, en France, tout un fromage. Mieux encore, l'accident tend à prouver la supériorité de l'industrie nucléaire française sur les autres.

Pour les explorateurs, à l'inverse, Fukushima est le révélateur des limites de l'édifice qui fonde l'ensemble de la sûreté des installations nucléaires à travers le monde depuis les années 1970. C'est en effet la preuve pour eux de l'insuffisance d'une pratique qui repose essentiellement sur une approche déterministe et sur le jugement de l'ingénieur. Mais surtout, Fukushima est l'occasion de revoir en profondeur l'ensemble des méthodes et pratiques de sûreté d'habitude si stables dans le temps pour y faire intervenir toutes les connaissances et tous les outils de simulation disponibles depuis la révolution numérique. Pour eux, le cas français est tout autant vulnérable que le Japon, puisque c'est la façon même de pratiquer la sûreté nucléaire qui est la cause de l'accident. Il est donc urgent pour eux d'amender dans son ensemble la sûreté nucléaire et de faire place à la science en lieu et place de la rationalité d'ingénieur.

L'opposition entre ces deux visions va se matérialiser par la définition que chacun des camps donne au *stress test* et sur la place et la forme qu'ils donnent aux dispositifs d'amélioration de la sûreté post-Fukushima et en particulier au Noyau-dur.

ENONCÉ 3.2: LA DEFINITION DU REX FUKUSHIMA S'EST CONSTRUITE AU COURS DU TEMPS, DANS L'OPPOSITION CONTINUE DES VISIONS CONSERVATRICE ET EXPLORATRICE.

L'originalité des *stress tests* comme mode d'analyse de la sûreté tenait à cœur aux explorateurs en ce qu'elle permettait précisément d'explorer les limites de la sûreté et, pour cela, d'engager des savoirs et des modes de connaissance nouveaux. Leur déception, leur frustration fut grande lorsque les dossiers EDF arrivèrent. En dérogeant au cahier des charges et en réalisant des études conventionnelles, les représentants d'EDF ont négligé la vision défendue par les explorateurs. Ces derniers eurent dès lors l'impression que les conservateurs venaient de faire preuve de négationnisme en faisant comme si la catastrophe n'avait pas eu lieu, comme si elle ne disait rien des limites de la sûreté nucléaire en France. Mais plutôt que de se battre pour rejouer les *stress tests*, les explorateurs ont préféré reprendre à leur compte le concept de Noyau-dur pour en faire l'outil de la réalisation de leur vision. Va s'ouvrir alors une période de quatre années où les deux visions vont s'opposer sur tous les aspects du Noyau-dur, de sa définition aux modalités de son implémentation. Au début, la majorité des belligérants de la régulation des risques défendent globalement la vision conservatrice du REX Fukushima, même au sein de l'IRSN. Il est clair pour la majorité que le Noyau-dur doit être un dispositif au maximum décorrélé du Grand carénage et doit viser la mise en place rapide et simple d'éléments nouveaux utiles à la gestion de crise en cas de survenue d'aléa extrême comme l'ont proposé les représentants d'EDF dans leur dossier. Ils sont aussi majoritaires à estimer que le Grand Carénage, débuté plusieurs années avant, ne doit pas être bousculé par le choc des événements de mars 2011. Progressivement pourtant, le Noyau-dur va s'étendre, gagner en ambition et coloniser tout le programme d'extension de durée de fonctionnement des réacteurs en service à mesure que les explorateurs gagnent des soutiens en appuyant sur l'exigence scientifique d'imposer leur vision. Ces deux processus (Noyau-dur et Grand carénage) visant l'amélioration de la sûreté des réacteurs vont finir par s'intriquer

intimement pour ne former plus qu'un. Au passage, le Grand Carénage devient plus ambitieux à mesure que le Noyau-dur couvre de plus en plus de situations, pour des aléas de plus en plus élevés et incorpore de plus en plus de composants existants.

Voix de l'expert : Concernant ce point, je souhaite apporter quelques nuances. Les deux projets « grand carénage » et « noyau dur », qui sont devenus au fil du temps des projets à part entière d'EDF, n'ont pas exactement fusionné en un seul projet. Le projet de grand carénage résulte de l'ambition d'EDF d'étendre la durée de fonctionnement de ses réacteurs significativement au-delà de quarante ans. À cela, deux conditions ont été jugées nécessaires : (a) garantir dans le temps la conformité de l'installation à son référentiel de conception, en garantissant notamment la maîtrise des effets du vieillissement ; (b) améliorer la sûreté des installations existantes, avec l'ajout de nouveaux dispositifs le cas échéant, de sorte à réduire les risques et à rapprocher leur probabilité d'occurrence des niveaux atteints avec les derniers réacteurs conçus (la référence en France étant le réacteur EPR). Le projet de grand carénage vise en grande partie à répondre à la première de ces deux conditions. Il est vrai ensuite que les dispositions prises pour répondre à la seconde condition ont fusionné avec le projet de conception et de déploiement d'un noyau dur. Mais je rejoins en revanche totalement l'idée qu'avec cette fusion, l'ambition initiale décidée pour l'extension de la durée de fonctionnement a été largement dépassée après l'accident de Fukushima et l'émergence du noyau dur. Plutôt qu'une « fusion » entre les deux, je dirais que le noyau dur a « absorbé » le projet précédent.

ENONCÉ 3.3: PLUSIEURS SURETES NUCLEAIRES SONT POSSIBLES

Un point essentiel qui n'a jusqu'ici pas été abordé est la question de savoir laquelle des deux visions élève le plus la robustesse des installations nucléaires. Ou, posée autrement, la sûreté nucléaire a-t-elle progressé avec Fukushima ? La réponse à cette double question est moins évidente qu'il n'y paraît. De prime abord, la vision exploratrice semble être la plus prudente en ce qu'elle encourage à plus d'analyse rétrospective, à l'intégration de plus de nouvelles connaissances et à la mise en place d'un Noyau-dur plus ambitieux. Interpréter la sûreté nucléaire sous le seul prisme de la science serait pourtant négliger l'expérience commune des objets techniques qui fonde ce qu'on appelle la fiabilité. Les conservateurs prétendent eux aussi que leur vision est bénéfique pour la sûreté. C'est que pour eux, une installation nucléaire est un système très complexe qu'il a fallu plusieurs décennies, des dizaines de prototypes et des milliers de défaillances pour devenir suffisamment fiable pour fonctionner sans risque. De ce point de vue, la stabilité est garante de la fiabilité et le changement, même si la science l'impose, peut déstabiliser ce fragile équilibre. Ainsi pour les conservateurs, le changement doit être pris au sérieux, longuement étudié et procéduralisé pour être implémenté de la façon la plus essentielle. De leur point de vue, le Noyau-dur tel que défendue par les explorateurs est une menace pour la sûreté nucléaire. À l'inverse, le programme d'extension de de durée de fonctionnement et son volet applicatif le Grand Carénage est une manière de changer qui est préparée de longue date et mûrement réfléchi et qui respecte en cela la fiabilité et la complexité des installations nucléaires. C'est ce qui les pousse à vouloir un Noyau-dur simple, très circonscrit et au maximum possible décorrélié du reste de l'installation.

Voix de l'expert : En effet, il existe un risque d'un impact sur la complexité de l'installation avec la mise en place d'un nouvel objet technique, le noyau dur, dans l'objet technique initial. En outre, la vision des explorateurs s'approche, idéalement, d'une reprise du dimensionnement des installations à partir de la feuille blanche. Or il s'agit bien d'installations qui existent. Si cette vision ne pose pas de difficulté dès lors qu'elle se limite à réaliser de nouvelles études (de dimensionnement) sur le papier, elle rencontre un écueil majeur si des renforcements sont à mettre en œuvre par voie de conséquence du résultat de ces études ; car tout n'est pas faisable, et toutes sortes de travaux ne sont pas industriellement viables, voire peuvent présenter des risques. La vision des conservateurs, dans ce registre également, s'oppose à celle des explorateurs et tend à laisser l'installation sans trop la modifier, à l'entretenir et à rénover tout ce qui peut l'être pour la maintenir au meilleur niveau de robustesse.

ENONCÉ 4: LE POST-FUKUSHIMA N'A PAS DE FIN, MAIS DEFINIT LE NOUVEAU REGIME DE FONCTIONNEMENT DE LA SURETE NUCLEAIRE

10 ans après l'accident de Fukushima, que peut-on dire de ses incidences sur la sûreté des installations nucléaires en France ? et quel bilan peut-on faire de cette période ?

ENONCÉ 4.1: LES DEUX VISIONS DU REX SE SONT MELANGEES POUR LE MIEUX

En 2015, l'Agence internationale pour l'énergie atomique a publié le rapport officiel en 5 tomes de l'accident de Fukushima. Celui-ci fait état de tous les échecs et toutes les leçons tirées de l'accident faisant l'unanimité parmi les experts par-delà les pays. En quelque sorte, ce rapport clôt le volet analytique du REX. Pourtant, cet acte ne sonne pas l'hallali du REX Fukushima : la transposition des leçons de l'accident dans les divers pays n'est pas immédiate. En France, par exemple, la forme et les modalités d'application du Noyau-dur n'ont été arrêtées qu'en 2017 et son déploiement sur site s'échelonne jusqu'en 2034, au rythme du vieillissement des installations et de la réalisation du Grand carénage. De même le REX n'est pas facile à circonscrire : il n'y a pas tel ou tel enseignement qui a donné lieu à telle ou telle amélioration ; en s'inscrivant dans le programme de prolongation des installations nucléaires, le REX s'est immiscé partout. Il n'y a plus une étude d'aléa par exemple qui ne soit conduite sans penser à l'aléa Noyau-dur, plus une étude de comportement des installations qui ne soient conduites sans imaginer des situations accidentelles graves et sans le recours aux composants ajoutés ou renforcés après Fukushima. En touchant à la méthodologie, à la façon même de penser la sûreté nucléaire, en retouchant les fondements de la pratique, l'accident de Fukushima a bouleversé la sûreté nucléaire telle qu'elle se pratiquait ainsi que la robustesse des installations elles-mêmes. Pour autant, cela est-il mieux comme nous le mettons en doute plus avant ? N'est-on pas allé trop loin trop vite au risque de déstabiliser l'équilibre fragile de la fiabilité des systèmes complexes ? La réponse ici non plus n'a rien d'évidente : à force de traîner en longueur, l'intégration théorique du Noyau-dur dans le programme d'extension de la durée de vie à pris 5 ans, la définition des modalités pratiques

d'implémentation 5 années supplémentaires et sa mise en œuvre concrète encore une décennie. De ce point de vue, on ne peut complètement retenir l'argument de la précipitation. De même, le Noyau-dur s'inspirait pour bonne partie du programme d'extension de la durée de vie et ne présente pas de réelle nouveauté ; il n'oblige pas une bifurcation, tout au plus un ajustement et une accélération de ce qui était déjà prévu. Ainsi, si les explorateurs ont eu gain de cause et ont vu leur vision s'imposer pour la définition du Noyau-dur, on ne peut pas en conclure pour autant que les conservateurs ont tout perdu. Le temps du passage du théorique au concret est le leur et dans les petits vides laissés par la théorie, dans les incertitudes et dans le non prévu, ils retrouvent toute leur aise pour agir et réaliser, à leur tour, leur vision. Cet étalement dans le temps du REX donne finalement la latitude nécessaire à chacun des partisans des deux visions de réaliser les ajustements qui leur semblent nécessaires pour retrouver confiance dans la robustesse des installations nucléaires dont ils ont la charge.

Voix de l'expert : L'accident de Fukushima s'est en effet produit à l'exact moment où l'industrie nucléaire en France finissait de se préparer à entreprendre les travaux nécessaires au maintien de la robustesse des réacteurs nucléaires dans la perspective de l'extension de leur durée de fonctionnement. Indéniablement, cette coïncidence a influé sur la manière dont le REX de l'accident de Fukushima a été intégré. Ainsi le noyau dur qui a émergé de l'analyse de ce REX était déjà préfiguré dans le dossier soutenant l'extension de durée de fonctionnement. L'accident a conduit à en durcir les exigences de conception, à étendre drastiquement sa portée, ce qui a soulevé de nombreuses questions et des difficultés, objets de bien des débats au cours des cinq années qui ont suivi l'accident. Il n'y a pas eu de remise en cause du concept préparé pour l'extension de la durée de fonctionnement, mais une adaptation de celui-ci, alors que l'accident en lui-même, de par son scénario, appelait éventuellement d'autres réflexions. Le résultat peut apparaître de ce fait complexe, et industriellement ardu (et long) à déployer. Cet état de fait permet d'expliquer finalement assez simplement la manière singulière dont le REX de l'accident de Fukushima a été pris en compte en France et se matérialise dans les installations par comparaison à ce qui a été fait dans d'autres pays.

ENONCÉ 4.2: FINALEMENT LA PLUS IMPORTANTE CONSEQUENCE DE FUKUSHIMA EST D'AVOIR RENDU L'EXTENSION DE LA DUREE DE VIE DES REACTEURS EN FONCTIONNEMENT INELUCTABLE

Une conséquence collatérale de ce jeu qui a marqué toute la décennie suivant l'accident de Fukushima est qu'il a quelque peu clos le débat ou du moins scellé l'issue de la question de la prolongation de la durée de vie des centrales nucléaires de production d'électricité. Puisque le contenu du Grand Carénage a été au cœur du Rex Fukushima, et que tous les experts impliqués ont fini par trouver leur compte dans la solution retenue, la question était close avant même d'avoir été posée. En débattant des leçons de Fukushima, de la conception du Noyau-dur et de son intégration dans le programme d'extension de la durée de fonctionnement, ce sont les conditions d'autorisation de cette prolongation qui ont été établies sans jamais être vraiment mentionnées comme telles. Ainsi quand la question s'est posée en 2020, il n'y avait plus personne à l'intérieur du système de régulation des risques nucléaires pour relancer le débat. De même que l'aval si précieux de l'autorité de sûreté s'est en quelque sorte construit progressivement à mesure

qu'elle avalisait les différentes étapes de développement du Noyau-dur. Comment imaginer qu'elle refuse une prolongation dont elle a déjà validé toutes les conditions ?